

**Luftfahrt · Luftschutz  
und ihre Behandlung  
im Unterricht**

Ein Handbuch für Lehrende



**Luftfahrt, Luftschuß**  
und ihre Behandlung im Unterricht



# Luftfahrt · Luftschuß und ihre Behandlung im Unterricht

Ein Handbuch für Lehrende

Unter Mitarbeit von

B. Baumann / F. Braun / E. Ewald / H. Geier / U. Graf  
K. Hauschütz / H. Helbig / K. Kahlau / F. Köhler / W. Kisse  
K. Müller / H. Peggold / W. Schnell / E. Sellien / P. Troll

herausgegeben von

Karl Mezner

Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage  
Mit 132 Abbildungen und 30 Tabellen



1 9 3 7

---

Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig



139281

Alle Rechte vorbehalten

Gedruckt bei Oswald Schmidt G. m. b. H. in Leipzig

D 1146/13

## Vorwort zur ersten Auflage

In dem bekannten Erlaß R U III 10 zur Pflege der Luftfahrt in den Schulen wird gefordert, „daß alle Kräfte zusammengefaßt und eingesetzt werden und das Interesse und Verständnis für die Luftfahrt schon bei der Jugend geweckt und gefördert wird. Die Schule hat daher auch auf diesem Gebiet große Aufgaben zu erfüllen. Sie hat zu ihrer Lösung die mannigfaltigsten Möglichkeiten. Ihre Ausnutzung ist angesichts der Gesamtlage unseres Vaterlandes nationalpolitische Pflicht. Es gibt kein Schulfach, das nicht zu seinem Teile mitwirken könnte, den Luftfahrtgedanken in geeigneter Form der Jugend nahezubringen. In organischem Aufbau kann die Schule die theoretischen und geistigen Grundlagen für die Erfüllung der gestellten Forderung vermitteln.“

„Darüber hinaus müssen fliegerisch begabte Schüler der höheren Schulen und der Berufs- und Fachschulen vom 16. Lebensjahre ab dem praktischen Segelflugsport zugeführt werden. Er ist eine Schule für die Stählung des Willens, Bildung der Persönlichkeit und Erprobung des Charakters. Wer fliegen will, muß den Körper geschmeidig, zäh und kräftig erhalten, muß an straffe Zucht, an Anstrengung und rasches Zugreifen gewöhnt werden. Abhängig von jedem Teile der unter seiner Mitarbeit gebauten Maschine wird er den Wert gewissenhafter Handarbeit erkennen und begreifen, daß von der Zuverlässigkeit auch des geringsten Mitarbeiters die Betriebssicherheit und damit das Leben des Fliegers abhängt.“

„So verbindet der Segelflugsport in harmonischer Form körperliche Ertüchtigung, werktätige Schulung, wissenschaftliche Ausbildung und charakterliche Durchbildung des jungen Menschen. Er birgt auch hohe Werte zur Schaffung einer wahren Volksgemeinschaft, weil er Kopf- und Handarbeiter in kleinen Arbeitsgemeinschaften in gemeinsamer verantwortungsvoller Tätigkeit zusammenschweißt.“

„Es genügt also nicht, den Luftfahrtgedanken in die wissenschaftlichen Fächer einzuflechten; es ist vielmehr erforderlich, in der Jugend die Flugbegeisterung zu wecken und die fliegerische Ausbildung durch Modellbau, durch Flugzeugbau, vor allem aber durch die praktische Segelfliegerei vorzubereiten. Das bedingt wiederum die dringende Forderung, fliegerisch befähigten Lehrern auch eine gediegene Ausbildung in Werkstatt und Segelflug zu ermöglichen, damit sie ihren Jungen Vorbild und Führer sein können. Entscheidend sind hierfür Leistungen, Führerpersönlichkeit und Charakterstärke.“

„In der Segelflugbewegung hat Deutschland eine starke Kraftquelle forschender und aufbauender Geister sowie nationalpolitischer Formung. Mit ihrer Förderung hält die Schule nicht nur den Fluggedanken im deutschen Volke wach, sondern bildet darüber hinaus mit ihrer Jungfliegerschaft ein Sammelbecken für alle diejenigen, die sich später irgendeinem Zweige der Verkehrsfliegerei widmen wollen.“

„Dies ist für unser Volk so wichtig und dringend, daß die zu lösenden Aufgaben sogleich in Angriff genommen werden müssen.“ —

Ebenso dringend und wichtig ist die zweite Aufgabe, der sich die deutsche Schule nicht verschließen darf, weil auch sie eine Forderung ist, die unser Vaterland und die Gesamtheit des Volkes bis zum einzelnen Volksgenossen hin angeht: die Pflege und Förderung des Luftschutzes im Rahmen des Luftschutzgesetzes vom 26. Juni 1935, das die Pflichten der Gesamtheit wie des einzelnen festlegt in § 2: „Alle Deutschen sind zu Dienst- und Sachleistungen, sowie zu sonstigen Handlungen und Unterlassungen verpflichtet, die zur Durchführung des Luftschutzes erforderlich sind (Luftschutzpflcht).“

Auch hier hat die Schule nicht nur Anregungen und Anweisungen zu geben, sondern tatkräftig mitzuarbeiten und durch ihre Arbeit in ihrem Rahmen die Kräfte bereitzustellen, die die Pflichten des Reichsluftschutzes verständnisvoll und zweckdienlich zu übernehmen und zu erfüllen gewillt, geeignet und in der Lage sind.

Gerade auf diesem Gebiete vaterländischer Betätigung wird die Schule Vorbildliches leisten können und die natürliche Brücke schlagen, auf der das Verständnis für die Wichtigkeit und Notwendigkeit des Luftschutzes auch in die Kreise, die sie nicht direkt umfaßt, getragen wird. —

Wege und Ziele zur Lösung dieser beiden Aufgaben durch die Schule aufzuzeigen, versucht das vorliegende Buch.

Es war dem Herausgeber eine ganz besondere Freude, daß sich zur Mitarbeit eine so große Anzahl von Sachverständigen bereit finden ließ, die sämtlich in der Luftfahrt oder im Luftschutz oder in beidem schon tätig sind und auf den von ihnen bearbeiteten Gebieten über eigene praktische Erfahrungen verfügen, von denen ihre bereits vorhandenen Veröffentlichungen zeugen. Ihnen allen danke ich an dieser Stelle für ihren Beitrag zum Gelingen des Buches.

Dem scheinbaren Nachteil der starken Aufteilung des Stoffes, dem Verlust der „Einheitlichkeit“ der Darstellung — selbstverständlich hat jeder Mitarbeiter seine eigene Art des Stiles, sein eignes Temperament — steht der Vorteil gegenüber, daß die Teilprobleme sämtlich durch ein sachlich und fachlich bestimmtes methodisches und wissenschaftliches „Temperament gesehen“ und behandelt werden.

Zweifellos wird dadurch das Interesse dessen, den auch nur ein einzelner in sich geschlossener Abschnitt besonders anzieht, stärker gefesselt, als das durch eine gleichmäßig abgewogene Darstellung möglich wäre. Daß die Grundsätze der Stoffbehandlung in allen Abschnitten die gleichen geblieben sind, dafür sorgten Richtlinien, an die sich die Mitarbeiter um so mehr gebunden fühlten, als sie ihnen in den Einzelheiten die nötige Freiheit ließen.

Damit glaubte der Herausgeber einen von der bisherigen Übung abweichenden Weg eingeschlagen zu haben, der dem Gebot der Gegenwart entspricht: dem Lehrer nicht „Lehrproben“ zu geben, die er systematisch in Unterricht und Unterweisung gebunden einbaut, sondern ihm die eigene selbständige Tätigkeit zu ermöglichen und zu erhalten, wie der Herausgeber das bereits an anderer Stelle (Monatsschrift für



höhere Schulen, herausgeg. von Löpelmann, April 1935, Heft 2, S. 117 ff.) ausgeführt hat.

Es ist vielleicht am Platze, diese Ausführungen hier zu wiederholen, weil das Problem: Luftfahrt, Luftschutz und Schule die Eigentätigkeit des Lehrers ebenso stark fordert wie seine gesamte Grundhaltung für Unterricht, Unterweisung und Erziehung überhaupt:

Worin besteht die Tätigkeit, die Wirksamkeit des Lehrers, der zugleich Erzieher sein muß und die Jugend in die Grundlehren seiner Wissenschaft so einzuführen hat, daß sie den Willen besitzt und die Fähigkeit erreicht, nach dem Austritt aus der Schule selbständig mit Erfolg weiterarbeiten zu können? Dazu ist zu sagen: Die Tätigkeit des Lehrers ist nicht produktiv im wissenschaftlichen Sinne, aber sie ist auch nicht bloß reproduktiv, sondern konstruktiv im Sinne der Umbildung und Umformung wissenschaftlicher Erkenntnis für die Jugendlichen. Diese Tätigkeit verlangt ein großes Maß von Kenntnissen, ein festes Können und eine sichere Einfühlung in die Seele des Jugendlichen. Hier liegt die ewig neue Aufgabe jedes Lehrers. Hier liegt auch der ewig unversiegbare Quell, in den hinein immer wieder als befruchtender Regen die historischen Zusammenhänge und die philosophischen, weltanschaulichen Hinter- und Untergründe einströmen. So entsteht die immer zu neuer Auswertung anspornende Arbeit in demselben Unterrichtsgebiete vor den wechselnden Schülergenerationen. —

So soll dieses Buch weder ein Spezialwerk ersetzen, noch auch die eigentliche, selbständige, konstruktive Tätigkeit des Lehrers, die Seele seiner die Jugend zur Selbständigkeit im Handeln formenden Unterweisungen unterbinden.

Das ist jetzt mehr und dringlicher nötig und besser erreichbar als in der Vergangenheit, weil heute jeder Lehrer vor seiner eigentlichen Berufsausbildung dieselbe Schule bis zur Reifeprüfung durchläuft, gleichgültig, welchem Zweige unterrichtlicher Betätigung ihn seine Lebenslaufbahn zuführt. Deshalb sind bei der Bearbeitung der einzelnen Abschnitte Lehrer und Sachverständige aller Art herangezogen worden.

So darf erwartet werden, daß das Buch jedem Unterricht und jeder Schule zugute kommt, daß jeder für unsere Jugend verantwortliche Lehrer aus ihm schöpft und so — mit seinem Temperament und seiner Eigenart — im Dienste an der Jugend, am Ganzen des Vaterlandes, dem er blutmäßig angehört, mitarbeitet an der für Volk und Vaterland gleich wichtigen Aufgabe.

Bei der Auswahl der Mitarbeiter, die ich zumeist erst durch ihre Mitarbeit kennengelernt habe, hat mich mein Kollege, Herr Referent H. Helbig im Ministerium für die Luftfahrt, Herr Oberstudienrat Dr. Sellien für den Luftschutz mit Rat und Tat unterstützt; bei der Drucklegung hat mir überall Herr Hochschuldozent Dr.-Ing. habil. U. Graf tatkräftig zur Seite gestanden. Das umfangreiche Namens- und Sachverzeichnis am Ende des Buches ist von ihm zusammengestellt, ebenso wie das eingehende Inhaltsverzeichnis nach den Vorschlägen der Sachbearbeiter. Ihm gilt mein besonderer Dank ebenso wie dem Verlag, der die Ausgestaltung im einzelnen bereitwilligst nach unseren Wünschen vorgenommen hat.

Das Buch ist natürlich nur ein Versuch, das weitreichende Problem der Luftfahrt und des Luftschutzes schulmäßig zu erfassen und zu umreißen. Jede Anregung zu weiterer Ausgestaltung wird mir willkommen sein.

Berlin, 30. Januar 1936

Karl Mezner

## Vorwort zur zweiten Auflage

Die erforderlich gewordene zweite Auflage des Handbuches konnte, obwohl nur die kurze Spanne eines Jahres zwischen ihr und der ersten liegt, nicht ein unveränderter Abdruck der einzelnen Abhandlungen sein. Das verbot die Aufgabe, der das Handbuch dienen soll. Die Weiterentwicklung der Organisation, der Forschung und Praxis, des Schrifttums in Luftfahrt und Luftschutz mußten berücksichtigt werden. Das ist, wie ich glaube, überall geschehen; und so ist denn kein Beitrag völlig unverändert geblieben, wenn auch keiner die Grundzüge der Bearbeitung in der ersten Auflage aufgibt. Einzelne Beiträge sind zum Teil neu bearbeitet worden, so wie der Zeitablauf mit seinen Wandlungen im organisatorischen Aufbau von Luftfahrt und Luftschutz oder die Sache selbst es verlangten.

Mit aufrichtigem Dank gedenke ich der günstigen Aufnahme des Buches sowohl in Fachkreisen als auch in der weiteren Öffentlichkeit und danke für die Anregungen, die mir nicht nur die Besprechungen, sondern auch die persönlich geäußerten Wünsche gewährten, zugleich im Namen meiner Mitarbeiter.

Vor allem danke ich Herrn Prof. Dr. Prandtl, Göttingen, für die wertvollen Hinweise zur Umgestaltung der flugphysikalischen Teile, die sämtlich in die Beiträge unter seiner tätigen Mithilfe eingearbeitet worden sind.

Neu hinzugekommen sind: ein Beitrag über die „Berufe in der Luftfahrt“, der mir mehrfach nahegelegt wurde — Herr Ministerialrat Geyer im Reichsluftfahrtministerium hat ihn übernommen — und ein Beitrag über „Wetterkunde und Wetterdienst“, den Herr Meteorologe Dr. P. Troll von der Wetterwarte Dresden verfaßt hat.

Ihnen wie allen bisherigen Mitarbeitern, die sich wiederum mit gleicher Bereitwilligkeit und derselben Sorgfalt der Durcharbeit ihrer Beiträge unterzogen haben, bleibe ich zu Dank verpflichtet. Ich danke auch für die Mitarbeit aller der Dienststellen, die die Veröffentlichung der ersten und der zweiten Auflage ermöglichten.

Wiederum hat mir überall bei der Drucklegung Herr Hochschuldozent Dr.-Ing. H. Graf im Verein mit Herrn Studienrat R. Kahlau zur Seite gestanden, namentlich in der Zusammenstellung des Inhalts- und Namens- und Sachverzeichnisses.

So tritt denn das Buch zum zweiten Male werbend vor Fachkreise und Öffentlichkeit.

Berlin, 31. Mai 1937

Karl Mezner

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur ersten Auflage . . . . .	V
Vorwort zur zweiten Auflage . . . . .	VIII
Mitarbeiter . . . . .	XIV
Verzeichnis der Tabellen . . . . .	XV
Luftfahrt und Unterricht von Hans Helbig . . . . .	I
Verfaßter Diktat und Deutsche Luftfahrt 1 — Wiederaufbau 2 — Folgen des Verfaßter Diktates 3 — Geburtenrückgang 3 — Luftfahrterlaß 4 — Seine Forderungen 5 — Aufgaben der Lehrerschaft 6 — Heranbildung der deutschen Lehrer 7	
Der Luftschutz in der Schule von Ewald Sellien . . . . .	9
Luftkrieg, Douhetismus 9 — Luftgefahr 10 — Luftschutzgesetz 11 — Luftschuttpflicht 11 — Ausbildung der Lehrer 12 — Das Erzieherische im Luftschutzunterricht 13 — Organisation der Luftschutzarbeit 14 — Bedeutung des Luftschutzgedankens 15	
Der Luftfahrtgedanke im Deutsch- und Geschichtsunterricht von Franz Braun . . . . .	17
Haltung und Gesinnung des politischen Menschen 17 — Nordische Schöpferkraft 19 — Wehrpolitische Erziehung 21 — Luftpolitik und Luftgeltung 22 — Fliegerbücher für die Unterstufe 24 — Stilbildung, Fliegersprache 27 — Weltluftrüstung 30 — Das Flugzeug als politische Maschine 32 — Wegweiser durch die Fliegerliteratur 33 — Nachtrag 44	
Luftbild und Unterricht von Erich Ewald . . . . .	47
Studienflüge 48 — Luftbild und Karte 49 — Schräg- und Senkrechtaufnahme 50 — Stereoskopische Aufnahme 51 — Einführung in das Kartenverständnis 52 — Planskizzen 53 — Bildmaßstab 54 — Die unterrichtliche Verwertung des Luftbildes 55 — Geographie 55 — Meteorologie 57 — Wirtschaftsgeographie 57 — Bauwesen und Siedlungskunde 58 — Geschichte 60 — Heimat- und Volkskunde 61 — Archäologie 62	

<b>Luftfahrt und Luftschutz im Mathematikunterricht</b> von Ulrich Graf und Rudolf Kahlau .....	64
Anteil der Mathematik am Luftfahrtgedanken 64 — Rechenunterricht 64 — Zahlenmaterial aus Luftfahrt und Luftschutz 65 — Elementargeometrie 67 — WInddreieck, Reichweite 67 — Stoppdreieck, Kompaßkurs 68 — Geschlossene Flugbahn 69 — Sphärische Trigonometrie 71 — Flugzeugnavigation 71 — Kartenprojektionen 72 — Mercatorkonstruktion 73 — Stereographische Projektion 74 — Gnomonische Projektion 75 — Regelprojektion 75 — Flugarten 76 — Orthodrome, Loxodrome 79 — Ortsbestimmung 79 — Wirtschaftliche Fragen 80 — Kosten des Luftverkehrs 80 — Verkehrstarife 83 — Beihilfen 83 — Reisezeiten und Reisegeschwindigkeiten 84 — Beförderungsleistungen 85 — Flugunfälle 86 — Luftschiffverkehr 86 — Nord- und Südatlantikdienst 88 — Condor-Syndikat, Eurasia 89 — Betriebsstoffverbrauch 90 — Analytische Geometrie 90 — Schallmessung 91 — Raumkurven 92 — Darstellende Geometrie 93 — Luftbildvermessung 93 — Invarianz des Doppelverhältnisses 94 — Vierpunktverfahren 94 — Gitterneße 96 — Entzerrungskonstruktionen 98 — Stereoaufnahmen 99 — Koppesche Formeln 100 — Bedeutung der Photogrammetrie 101 — Literatur 102	
<b>Behandlung der Fluglehre im Physikunterricht</b> von Karl Hauschulz ..	104
Einleitung 104 — Verteilung des Lehrstoffes 105 — Kennzeichnung des einführenden Lehrganges 107 — Das Flugzeug und seine Teile 108 — Statistischer und dynamischer Auftrieb 109 — Luftwiderstand 111 — Meßgeräte 113 — Stromlinien und Wirbelbildung 114 — Wirbelstraße 116 — Druckverteilung 117 — Tragflügel im Luftstrom 117 — Auftrieb und Widerstand 118 — Gleitflug 120 — Entstehung der Luftkraft 121 — Das Fliegen 122 — Flugzustände 123 — Segelflug 124 — Kennzeichnung des weiterführenden Lehrganges 125 — Windkanal 126 — Druck in einer Flüssigkeitsströmung 128 — Reibungskräfte 129 — Bernoullische Gleichung 131 — Staudruck 132 — Luftwiderstand 133 — Widerstandsbeiwerte 136 — Wirbelbildung und Magnuseffekt 137 — Prandtl'sche Grenzschichtlehre 138 — Karmansche Wirbelstraße 139 — Magnuseffekt 140 — Die am Tragflügel wirkenden Kräfte 141 — Auftrieb und Widerstand 142 — Polarogramm 143 — Dreikomponentenwaage 145 — Strömungsvorgänge an der Tragfläche 145 — Druckverteilung 146 — Schließflügel 147 — Endklappen 148 — Triebwerk 149 — Steuerung und Flugzustände 151 — Stabilisierungsoberflächen 153 — Kreiselführung 154 — Gipfelhöhe 155 — Flugzeuginstrumente 156 — Variometer 157 — Wendeweiger 158 — Flugzeug-Katapulte 159 — Katapultstart 162 — Literatur 163	
<b>Der Luftschutz im Physikunterricht</b> von Ewald Sellien .....	165
Luftschutzfragen im Unterricht 165 — Teilbarkeit der Stoffe 165 — Porosität, Manometer, Luftballon 166 — Wärmelehre, Meteorologie 167 — Scheinwerfer 168 — Bombenabwurf 169 — Widerstandsgesetz 171 — Bombenarten 172 — Eindringungstiefe 172 — Schutzraumbau 173 — Kampfstoffe in der Luft 174 — Filterwirkung 175 — Flugzeugschall 176 — Hörgeräte 177	
<b>Luftfahrt, Luftschutz im Chemieunterricht</b> von Hermann Pehold .....	179
Zielsetzung 179 — Luftfahrt und Chemieunterricht 180 — Anorganische Chemie 180 — Gase 180 — Luft 180 — Füllgase 181 — Leuchttröhrengase 182 — Auspuff=	

gase 182 — Flüssigkeiten 183 — Wasser 183 — Metalle 184 — Nichtisenmetalle 184 — Leichtmetalle 184 — Die übrigen Nichtisenmetalle 186 — Eisen und seine Legierungen 187 — Organische Chemie 188 — Kohlenwasserstoffe 188 — Erdöl und seine Destillationsprodukte 188 — Erdöldestillate als Treibstoffe 188 — Erdöldestillate als Schmiermittel 190 — Steinkohlenteerdestillate 191 — Braunkohlenteerzeugnisse 193 — Alkohole 193 — Pflanzenschutzmittel 193 — Luftschutz und Chemieunterricht 193 — Methodische Bemerkungen 193 — Anorganische Chemie 194 — Gase und Dämpfe 194 — Luft und Sauerstoff 194 — Kohlendioxyd 196 — Schädliche Gase und Dämpfe 197 — Bindung von Gasen und Dämpfen 198 — Chemische Bindung giftiger Gase und Dämpfe 199 — Physikalische Bindung (Adsorption) von Gasen und Dämpfen 200 — Nebel und Rauche 201 — Entstehung und Verwendung 201 — Eigenschaften und Abfiltrierung 203 — Brandstiftende chemische Stoffe 203 — Feuerschutz durch chemische Verfahren 205 — Feuerlöschung 205 — Feuerschutzmittel 205 — Organische Chemie 206 — Industriegifte 206 — Chemische Kampfstoffe 207 — Explosivstoffe 209 — Literaturübersicht 210

**Das Flugwesen im Biologieunterricht von Walter Schnell . . . . . 213**

Der Menschenflug und sein Naturvorbild 213 — Körperform fliegender Organismen 214 — Schwebes- und Gleitflug im Pflanzen- und Tierreich 215 — Drachenflug 215 — Segelflug, Flatter- und Schwingenflieger 216 — Insektenflug 217 — Der Höheneinfluß im Fluge 218 — Pneumatische Kammer, Höhenkrankheit 219 — Höhenatmungsgerät 219 — Kälteeinfluß 221 — Die Sinnesorgane beim Menschenflug 221 — Reflexregulierung, Gleichgewichtsorgan 222 — Druck-, Lage- und Steuerungssinn 224 — Optischer Sinn 225 — Gehörsinn, Schwindel 226 — Körperliche Einwirkung von Beschleunigung und Fliehkraft 226 — Kurvenflug 227 — Biologische Luftschutzfragen 228 — Kampfstoffe: Grünkreuz, Blaukreuz, Gelbkreuz 229

**Luftfahrt, Luftschutz im fremdsprachlichen Unterricht von Friedrich Köhler 230**

Wesen und Wert der Luftfahrterziehung im fremdsprachlichen Unterricht 230 — Luftfahrt und Luftschutz im Rahmen der einzelnen Unterrichtsstoffe 231 — Übungsstücke, Lese Stoffe 231 — Sprechübungen 234 — Sprachlehre, schriftliche Arbeiten 235 — Wort- und Ausdrucksschatz 236

**Zeichen-, Werkunterricht und Flugmodellbau von Karl Müller . . . . . 238**

Bedeutung des Flugmodellbaues 238 — Flugmodellbau als Unterrichtsfach 240 — Der planmäßige Modellbau 243 — Praktische Durchführung des ordnungsmäßigen Modellbaues 245 — Literaturverzeichnis 246

**Flugwissenschaftliche Arbeitsgemeinschaft von Willy Risse . . . . . 248**

Aufgabe der flugwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft 248 — Saug- und Druckkräfte am Tragflügel; Polaragramme 248 — Motorflug 253 — Segelflug 254 — Gleitflugbahn 255 — Tragflügeltheorie 256 — Kräfteverteilung am Tragflügel 257 — Begriff des induzierten Widerstandes 260 — Profilwiderstand 263 — Doppeldecker oder Eindecker? 266 — Schulgeräte zur Strömungslehre 268 — Literatur 269

<b>Luftfahrt-Lehrgänge von Bruno Baumann</b> .....	270
Durchführung 270 — Lehrerausbildung 271 — Flugzeugbau 272 — Berufsschulwesen und Luftfahrt 273 — Lehrgänge für Handwerker 274	
<b>Luftschutzübungen von Ewald Sellien</b> .....	275
Stellung der Schule zu den Luftschutzübungen 275 — Schutzmaßnahmen 276 — Alarmproben 278 — Brandschutz 280 — Gasmasken 281 — Übungen in der ersten Hilfe 282 — Verdunklungsübungen 282 — Hörsübungen 283	
<b>Allgemeine Veranstaltungen der Schule zur Förderung des Luftfahrtgedankens von Franz Braun</b> .....	284
Verbindungen zwischen den Fachgebieten 284 — Volksflugtage 284 — Flugplatzbesuch, Rundflüge, Landheimaufenthalt, Modellbauausstellungen 285 — Freiflüge, Flugkurse 286	
<b>Die Berufe in der Luftfahrt von H. Geyer</b> .....	287
Entwicklung des Flugwesens und Anwachsen der damit verbundenen Berufe 287 — Laufbahnen in der Luftwaffe 288 — Beamtenlaufbahnen 289 — Angestellte, Lohnempfänger 290 — Zivile Luftfahrt 291 — Berufswahl 291 — Aufgabe der Lehrerschaft bei der Berufsberatung 292	
<b>Wetterkunde und Wetterdienst von Paul Troll</b> .....	293
Bedeutung für die gesamte Luftfahrt 293 — Arbeitsweise des Wetterdienstes 293 — Lufttemperatur 294 — Luftdruck und Wind 295 — Luftdruckverteilung, Wirbelbildung 296 — Hindernisströmung 297 — Sonneneinstrahlung 298 — Luftfeuchtigkeit 298 — Nebel- und Wolkenbildung 299 — Das Wetter 300 — Hauptluftmassen 301 — Zyklogen 302 — Arbeitsgrundlagen und Arbeitsweise des Wetterdienstes 303 — Wetterdienst und Schule 304	
<b>Nachwort und Ausblick von Karl Meßner</b> .....	305
Erziehung unseres Nachwuchses für die deutsche Luftfahrt 305 — Aufgabe der deutschen Schule: Erziehung zum politischen Menschen 306 — Hitlerjugend und Jungvolk 306 — Behandlung des Luftschutzes in der Schule 307 — Luftschutzgesetz 307 — Das neue deutsche Erziehungsideal 307 — Aufgabe des Reichsluftschutzbundes 308 — Richtlinien für den Lehrer 308 — Vertikale Entwicklung des Luftschutzes 309 — Der zivile Luftschutz 310 — Organisation und Arbeit des Reichsluftschutzbundes 311 — Durchführungsverordnungen zum Luftschutzgesetz 312 — Luftschutzdienstpflicht 312 — Erdkunde 312 — Geopolitik 313 — Luftbedrohung und Luftempfindlichkeit 314 — Deutschlands Lage und Grenzen und seine Luftgefährdung 315 — Industrie- und Handelszentren 316 — Verletzbarkeit aus der Luft 316 — Klimatische Fragen 317 — Alte und neue Form der Zeitungswetterkarte 317 — Luftdruckmessung 319 — Wetterkarte und Wetterlage 319 — Zeitungswetterkarten 320 — Zeichenerklärung 322 — Reichsamt für Wetterdienst 323 — Langfristige Witterungsvorhersage 324 — Karten des Reichswetter-	

dienstes 325 — Luftmassen: Bodenbeeinflussung und Ursprung, Strömungsrichtung, Ursprungsort, Hauptzeit des Auftretens in Mitteleuropa 326 — Messungen des Wahnisdorfer Observatoriums 326 — Sonnenstrahlung 327 — Die Luft-elektrischen Elemente 327 — Abkühlungsgröße 327 — Arbeitsweise des Wetterdienstes 328 — Aufgabe des Reichsamtes für Wetterdienst 328 — Pflege des wetterkundlichen Unterrichts an den Schulen 330 — Gleit- und Segelflug 330 — Barometer, Thermometer, Hygrometer 331 — Wolkenarten 332 — Theorie und Praxis des Segelfliegens 333 — Gleitflug 334 — Segeln vor der Gewitterfront 334 — Segeln in der langen Welle 335 — Thermiksegeln 335 — Kondensations-thermiksegeln 336 — Segeln in der Abendthermik 336 — Anwachsen der Segelflugbewegung im Dritten Reich 337 — Organisation und Leistungen des deutschen Luftsports 338 — Motorsegeln 339 — Zusammenarbeit der Organisationen im Dienste der Luftfahrt 340 — Das Nationalsozialistische Fliegerkorps 341 — Organisatorischer Aufbau und Gemeinschaftsarbeit 342 — Modellbauunterricht 343 — Luftfahrtlehrgänge 343 — Flugwissenschaftliche Arbeitsgemeinschaften 344 — Förderung der Luftfahrt in den Schulen der Reichshauptstadt Berlin 344 — Meinshausen=Fliegen 345 — Arbeitsgemeinschaft aller Berliner Schulen 346 — Flugphysik=Lehrgänge 347 — Schule und Berufswahl 348 — Fachausdrücke in der Flugtechnik 349 — Luftverkehrsstraßen Deutschlands 350 — Weltluftverkehr 351 — Luftverkehrstechnische Probleme der Gegenwart 352 — Transarktischer Luftverkehr 352 — Verkehrsluftschiffahrt 352 — Die transpolaren Luftwege 354 — Eingliederung der Geopolitik in den Unterricht 355 — Bedeutung der geopolitischen Schulung für die politische Erziehung des deutschen Volkes 356

Sach- und Namenverzeichnis . . . . . 358

## Mitarbeiter

Gewerbeoberlehrer Bruno Baumann, Leiter der Lehrmittelstelle für Luftfahrt-  
technik, Berlin-Neukölln

Oberstudiendirektor Dr. Franz Braun, Berlin

Ministerialrat Dr.-Ing. Erich Ewald, Berlin (Reichsluftfahrtministerium)

Ministerialrat H. Geyer, Berlin (Reichsluftfahrtministerium)

Hochschuldozent Dr.-Ing. habil. Ulrich Graf, Berlin

Oberstudienrat Karl Hauschulz, Potsdam

Oberregierungsrat Hans Helbig, Berlin (Referent für Luftfahrt im Reichser-  
ziehungsministerium)

Studienrat Rudolf Kahlau, Berlin

Studienrat Dr. Friedrich Köhler, Bielefeld-Bethel

Studienrat Willy Kisse, Berlin

Ministerialrat Prof. Dr. Karl Mehner, Berlin (Reichserziehungsministerium)

Werklehrer Karl Müller, Berlin

Oberstudiendirektor Dr. Hermann Pehold, Berlin

Stadtmedizinalrat Prof. Dr. Walter Schnell, Halle (Saale)

Oberstudienrat Dr. Ewald Sellien, Berlin

Meteorologe Dr. Paul Troll, Dresden (Wetterwarte)



# Verzeichnis der Tabellen

	Seite
1. Verlustzahlen und Luftsiege im Weltkriege .....	29
2. Stand der Weltluftrüstungen im Sommer 1937.....	30
3. Höchstgeschwindigkeiten wichtiger Flugzeugtypen.....	65
4. Luftangriffe während des Weltkrieges auf deutsches Gebiet.....	65
5. Größe und Bevölkerung einiger europäischer Staaten .....	66
6. Rüstungsausgaben einiger Länder.....	66
7. Gewichte von Kampfstoffen.....	66
8. Minntiefen .....	80
9. Daten zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit einiger Flugzeuge .....	81
10. Prozentuale Gliederung der Gesamtkosten des Luftverkehrs.....	82
11. Tarife im Luftverkehr gegenüber den konkurrierenden Verkehrsmitteln im kontinentalen Verkehr im Jahre 1934.....	83
12. Staatliche Beihilfen für die Deutsche Lufthansa .....	83
13. Reisezeiten und Reisegeschwindigkeiten im europäischen Eisenbahn-, See- und Luftverkehr im Jahre 1934 .....	84
14. Verkehrsleistungen des deutschen Luftverkehrs 1926—1935 .....	85
15. Prozentualer Anteil des Musters „Zu 52“ an den Kilometerleistungen 1933—1936 .....	86
16. Unvorhergesehene Landungen im Planverkehr 1931—1935 .....	86
17. Vorgesehene und durchgeführte Flüge im Schleuderdienst von den Lloyd-Expressdampfern „Bremen“ und „Europa“ 1929—1935.....	88
18. Flug- und Beförderungsleistungen des Condor-Syndikats .....	89
19. Flug- und Beförderungsleistungen der Eurasia .....	89
20. Betriebsstoffverbrauch von Reiseflugzeugen und Kraftwagen .....	90
21. Vergleichende Übersicht moderner Verkehrsflugzeuge .....	110
22. Widerstandsbeiwerte.....	136
23. Eindringungstiefe von Luft .....	166
24. Abhängigkeit des Luftwiderstandes von der Geschwindigkeit .....	171
25. Wurfweite beim Bombenabwurf in Abhängigkeit von der Abwurfhöhe.....	171
26. Auftreffwucht und Eindringungstiefe von Minenbomben .....	172
27. Höhe und Luftdruck.....	218
28. Höhe und Temperatur .....	221
29. Vergleichszahlen zur Luftempfindlichkeit .....	316
30. Einteilung der Luftmassen .....	326



## Luftfahrt und Unterricht

Von Hans Helbig

Der Umbruch des 30. Januar 1933 zum nationalsozialistischen Staat war — das ist heute erst den deutschen Volksgenossen deutlich erkennbar — auch der Durchbruch des seit 1½ Jahrzehnten niedergehaltenen Willens zum Aufbau einer starken deutschen Luftfahrt.

Wie war es doch?

Als Folge des Diktat-„Friedens“ von Versailles, der die restlose Vernichtung der deutschen Militärluftfahrt einschließlich aller Fabriken, Flughäfen und sonstiger Einrichtungen forderte, blieben übrig:

1. einige alte Kriegsflugzeuge, die als „Verkehrsflugzeuge“ umgebaut, in den ersten Jahren nach 1918 in einem primitiv aufgezogenen Luftverkehr Dienst taten;
2. ab 1920 der mit größten Opfern und Entbehrungen aber mit beispiellosem Idealismus von der Wasserkuppe ausgegangene deutsche Segelflug;
3. für den Sportmotorflug nichts!

In mühsamster Arbeit wurde dann, nachdem durch die „Pariser Begriffsbestimmungen“ 1924 in etwa die Fesseln des Versailler Vertrages gelockert waren, der deutsche Luftverkehr aufgebaut.

Der alte Deutsche Luftfahrt-Verband, der Vorgänger des 1933 gegründeten Luftsport-Verbandes, bemühte sich zusammen mit den, leider mehr oder weniger politisch eingestellten anderen Flugsportorganisationen, den Segelflug und Motorsportflug zu fördern. Es darf hierbei festgestellt werden, daß jene Arbeit des alten Deutschen Luftfahrt-Verbandes beachtliche Erfolge gebracht hat.

Die Rhön-Rossitten-Gesellschaft, vom Reichsverkehrsministerium damit beauftragt, den motorlosen Flug wissenschaftlich zu fördern und durch die Veranstaltung der jährlich auf der Wasserkuppe stattfindenden Wettbewerbe für seine Verbreitung unter der Jugend zu sorgen, erregte durch die von Jahr zu Jahr sich steigenden Erfolge des deutschen Segelfluges bald auch das Interesse des Auslandes.

Aber das alles blieb Stückwerk, weil der einheitliche Wille, die einheitliche Führung und damit auch die einheitliche Organisation fehlten.

Das sollte und mußte im nationalsozialistischen Staate anders werden.

Mit Wirkung vom 30. Januar 1933 beauftragte der Führer einen seiner Getreuesten, den Preussischen Ministerpräsidenten Göring, mit der Leitung des neugegründeten „Reichskommissariats für die Luftfahrt“. Er ernannte ihn dann nach Gründung des Reichsluftfahrtministeriums mit Wirkung vom 1. Mai 1933 zum

ersten deutschen Reichsminister der Luftfahrt. Sein Staatssekretär wurde der wegen seiner Verdienste um die Entwicklung der Deutschen Luft-Hansa im In- und Ausland bekannte frühere Fliegeroffizier Erhard Milch.

Und nun vollzieht sich, wegen der anderen großen politischen Umwälzungen begreiflicherweise zunächst noch nicht so stark beachtet, ein geradezu stürmischer Aufbau des Luftfahrtwesens in Deutschland.

Es ist verständlich, daß Reichsminister Göring und Staatssekretär Milch zunächst ihr Augenmerk auf die Förderung des Luftverkehrs richteten.

Dieser hatte wahrlich schwere Notzeiten hinter sich.

Der Führer, der in der Benutzung des Flugzeuges als Schnellverkehrsmittel seit Jahren Vorbild gewesen ist, mag auch hier richtunggebend gewesen sein.

Neue Flughäfen wurden angelegt, der Flugzeugpark auf moderne, mehrmotorige Typen umgestellt, das Streckennetz erweitert und vor allen Dingen auch die ausländischen Flugverbindungen gefördert. Die hierbei erreichten Erfolge fanden ihren sichtbarsten Ausdruck mit der Errichtung der Luftpostlinie nach Südamerika! Auf solchen Erfahrungen aufbauend sind nun die Flugzeuge und Geräte zur Eroberung des Nordatlantik in Bau bzw. schon in Erprobung.

Stärker beachtet vollzog sich der Umbruch und der Neuaufbau im Luftsport. Unter Auflösung aller bestehenden Verbände und Organisationen, im Deutschen Luftsport-Verband einheitlich unter Oberst Loerzer zusammengefaßt, nahm auch der deutsche Luftsport einen Aufschwung, der kaum vorausgeahnt werden konnte.

Hier zeigte sich der Durchbruch des Luftfahrtgedankens in unserer Volks!

Das war die Rückwirkung auf den seit 1918 gewaltsam zurückgedrängten Willen, sich luftsportlich betätigen zu können.

Und dann folgte der Aufbau der Luftwaffe, zweifelsohne das schwerste Werk, da hierfür nur der fanatische Wille und die Arbeitsfreudigkeit der alten Kriegsflyer einschließlich ihrer Kameraden der Stirn und der Faust vorhanden waren.

Es ist selbstverständlich, daß durch diese Aufbauarbeiten des Reichsluftfahrtministeriums ein schlagartig einsetzender ungeheurer Bedarf an Menschen und Material begann.

Man könnte annehmen, daß diesem Bedürfnis an Mitarbeitern für Forschung, Fertigung und Betrieb im Zeichen der Arbeitschlacht aus dem Sechs-Millionen-Heer der Erwerbslosen leicht hätte entsprochen werden können. Dem ist aber nicht so.

Die Luftfahrt braucht, ganz gleich, ob es sich um Personal für die Forschung, für das Konstruktionsbüro, für die Fertigung, die Erprobung und schließlich für den Betrieb handelt, in der Mehrzahl Spezialisten. Diese müssen aber wegen der großen Verantwortlichkeit der von ihnen zu leistenden Arbeit zuverlässig, charakterfest, und je nach Verwendung im Betrieb auch von robuster Gesundheit sein. Aber schließlich muß alle diese Menschen ein Gedanke, ein Wille beseelen, den ich nicht anders als „Hingabe“, vielleicht auch Fanatismus bezeichnen möchte. Wer das nicht für den Dienst in der Luftfahrt mitbringen kann, bleibe davon!

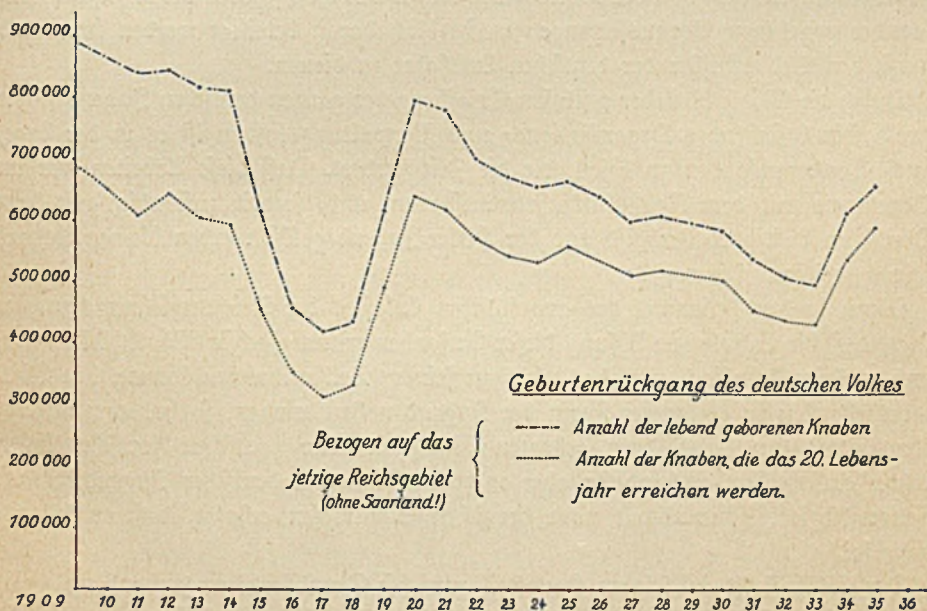
Zur Deckung des Bedarfs in der Luftfahrt standen eigentlich nur zur Verfügung: Die Kriegsfieger, sofern sie nicht in zivilen Berufen untergekommen waren, wenige Ingenieure, die in der Nachkriegszeit auf den Technischen Hochschulen und den technischen Mittelschulen ausgebildet waren, und schließlich die aus der deutschen Segelflugbewegung hervorgegangenen Idealisten, jene jungen Menschen, die sich das Brot vom Munde abgespart hatten, um wenigstens ohne Motor fliegen zu können. Mit ihnen und Ungeschulten aus den Erwerbslosen ist der Aufbau vollzogen worden.

Man war sich aber sehr bald klar darüber, daß für die Sicherstellung eines wissenschaftlich wie auch technisch, handwerklich und fliegerisch gut vorgebildeten Nachwuchses für alle Zweige der Luftfahrt besondere Sorge getroffen werden mußte.

Zwei Gründe sind es, die gerade für den Bedarf des deutschen Flugwesens größere Bedeutung haben als für jeden anderen Wehrmachtsteil, jedes andere Gebiet der Forschung und Fertigung und das sind:

1. Die sich zwangsläufig aus den Bestimmungen des Versailler Vertrages ergebenden Folgen;
2. der Geburtenrückgang.

Die Folgen des Versailler Vertrages als Hemmnis für eine Weiterentwicklung des deutschen Flugwesens bis 1933 sind von mir schon angeführt worden. Es bleibt noch zu erwähnen, daß auch die Luftfahrtforschung nur notdürftig die allerdringendsten Arbeiten in all diesen schweren Jahren durchführen konnte, und daß ferner von



einer Luftfahrt: einschließlich Flugmotorenindustrie kaum gesprochen werden konnte. Damit waren aber zwei wichtige Fundamente der Entwicklung nicht vorhanden: Wissenschaftler und Ingenieure als auch Facharbeiter fehlten in ausreichendem Maße!

Der Geburtenrückgang seit 1914 bedroht die Luftfahrt aber insbesondere.

Aus der gezeigten Übersicht ergibt sich, daß der Verlust an Volkskraft bei den lebend geborenen Knaben gegenüber dem Jahre 1913 bis zu 50% beträgt.

Wird angenommen, daß als mittleres Lebensalter für die Verwendung in der Luftfahrt (Luftverkehr, Luftwaffe) etwa das 25. Lebensjahr Norm sein dürfte, so ergibt sich, daß wir, mindestens bis zum Jahre 1955, in Notzeiten hereinkommen müssen, da aus den zur Verfügung stehenden jungen Menschen (die Zahlen sind noch durch Verluste durch Tod, körperliche Gebrechen usw. zu kürzen) nur die Besten und Tüchtigsten für die Verwendung brauchbar sind.

Angesichts dieser Tatsache hat sich der Reichs- und Preussische Minister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung zu Maßnahmen entschlossen, die geeignet erscheinen, der deutschen Luftfahrt bei ihrem Aufbau und für die Zukunft zu helfen, soweit dieses im Rahmen seines Geschäftsbereichs möglich ist. Hiernach mußten sowohl „Sofort“-Maßnahmen als auch solche auf „lange Sicht“ in Angriff genommen werden. Unter Berücksichtigung dieser organisatorischen Überlegungen erfolgte dann die Herausgabe des Erlasses vom 17. November 34 — R U III Nr. 10. 1 — über die „Pflege der Luftfahrt in den Schulen“.

Es kann kein Zweifel darüber sein, daß das deutsche Schul- und Bildungswesen in seiner Gliederung von der Volksschule bis zu den Hochschulen bei richtigem Einsatz der gegebenen Voraussetzungen maßgeblich daran beteiligt werden kann und muß, den Bedürfnissen der deutschen Luftfahrt zu dienen.

Durch die Möglichkeit der restlosen Erfassung der ganzen deutschen Jugend sowie durch sein bestehendes Organisations- und Verwaltungssystem ist es in der Lage, auch Sonderaufgaben zu lösen, die die Zeit fordert. Daß diese Arbeiten nur im Benehmen mit dem Reichsluftfahrtministerium und, soweit zuständig, mit dem Deutschen Luftsport-Verband und der Hitler-Jugend gelöst werden können, bedarf keines weiteren Hinweises.

Wenn in der Präambel des angeführten Erlasses der Reichserziehungsminister sagt, daß die Schule zur Lösung dieser Aufgaben mannigfachste Möglichkeiten hat, und es kein Schulfach gibt, das nicht zu seinem Teil mitwirken könnte, den Luftfahrtgedanken in geeigneter Form der Jugend nahezubringen, so hat er zweifelsohne damit den seit Jahren gehegten Wünschen aller deutschen fortschrittlichen Lehrer entsprochen, er handelte aber auch im Sinne der deutschen Jugend, die im nationalsozialistischen Staat vom deutschen Schulwesen erhofft, daß es lebensnahe sei.

Der Erlass stellt in seinem Hauptteil zunächst Grundforderungen auf und gibt hierzu die erforderlichen verwaltungsmaßige Ausführungsbestimmungen. Es

würde den Rahmen dieser Arbeit überspannen, wenn ich eingehend hierzu Stellung nehmen würde.

Es seien daher im folgenden nur die wichtigsten Besonderheiten des Erlasses ausführlicher behandelt:

1. In ausführlichen Darlegungen, die dem Erlaß als Anlagen beigelegt wurden, wird gezeigt, daß nahezu jedes Schulfach dem Luftfahrtgedanken dienen kann. Der Erlaß stellt durch diese Form der gegebenen Ausführungsbestimmungen und Anregungen ein Werk dar, das wegen seiner Vollständigkeit und Ausführlichkeit von der deutschen Lehrerschaft außerordentlich freudig begrüßt worden ist.

2. Der Erlaß verlangt, daß der Modellbau als Pflichtfach im Werkunterricht aller Schulen durchgeführt wird.

Diese Maßnahme wird, wenn erst einmal die hierfür erforderlichen Lehrer zusätzlich ausgebildet, die Schulen mit dem notwendigen Werkzeug und — behelfsmäßigen — Werkstätten versehen sind, von allergrößtem Erfolge in bezug auf eine Breitenarbeit zur Erfassung der deutschen Jugend für die Luftfahrt sein, denn aus diesen jungen Menschen sollen sich dann die Besten freiwillig für den Eintritt in die Modellbauscharen der Hitler-Jugend melden, und von dort aus werden sie, weitergefördert in den Luftsportcharen, schließlich bereitstehen, in die Luftwaffe einzutreten.

3. Der Erlaß fordert, daß die Luftfahrtlehrgänge an Berufs- und Fachschulen, die übrigens, vornehmlich in Preußen schon seit dem Jahre 1928 bestehen, weiter ausgebaut und gefördert werden, da sie ganz besonders der praktischen Heranbildung der Jugend und der eigentlichen Betätigung in der Luftfahrt, nämlich dem motorlosen Flug, dienen.

4. Der Erlaß weist den höheren Schulen mit den „Flugwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaften“ im Anschluß an den Physik-, Chemie- und Biologieunterricht besonders wichtige und verantwortliche Arbeiten zu, wird doch erhofft, daß sich aus den Schülern dieser Arbeitsgemeinschaften unser Nachwuchs an Forschern und Ingenieuren ergänzen wird.

5. Und schließlich die weitgehendste Forderung: Der Segelflugsport wird in Zukunft als Leibesübung an den Hochschulinstitutionen für Leibesübungen wie auch an den Hochschulen für Lehrerbildung besonders gepflegt werden.

Nachdem der Segelflug aus seinen Anfängen heraus und das Fluggerät zu einem gewissen Abschluß der Entwicklung gekommen ist, die Segelflugzeuge durch Einschaltung von Aufsichtsbehörden ständig auf ihren Betriebszustand überwacht werden (Bauprüfer des DLV.) und durch jahrelange Erfahrung auch die Methodik des Erlernens festgelegt ist, sowie aus Millionen von Starts und Zehntausenden von Prüfungen Betriebs- und Erfolgsergebnisse vorliegen, war nicht einzusehen, warum dieser Sport, der Charakter, Willen und Körper stählt und festigt wie kaum ein anderer Sport, nicht als Leibesübung weitgehendst dem Schul- und Bildungswesen angegliedert werden sollte. Zudem dient diese Betätigung der Ergänzung des

Studiums. Ganz gleich ob Mediziner, Naturwissenschaftler, Mathematiker, Meteorologen oder Philologen Segelflug betreiben — sie alle bedürfen dieser Arbeit „im und am Flugzeug“, weil sie für den zukünftigen Beruf unerläßlich ist. Lange Versäumtes wird hier nachgeholt!

Alle angeführten Ziele sind jedoch nur erreichbar, wenn dem deutschen Schul- und Bildungswesen die erforderlichen Lehrer hierfür zur Verfügung stehen.

Zweifelsohne bringt die deutsche Erzieherchaft der deutschen Luftfahrt und diesem Luftfahrterlaß das größte Interesse entgegen.

Seine Durchführung ist aber im Vergleich zu anderen grundlegenden Erlassen deswegen schwieriger, weil hier, wenigstens soweit es sich um die praktische Betätigung handelt, ein größeres Maß von Willens-, Arbeits- und Opferfreudigkeit verlangt werden muß.

Der Lehrer muß aber auch der Jugend wahren Fliegergeist vermitteln können. Jugend will von Jugend geführt werden! Sie verlangt gerade bei diesem Unterricht von ihrem Lehrer Jugendverbundenheit. Hunderte deutscher Lehrer sind seit dem Jahre 1925 bereits im Segelflugsport ausgebildet, tausende aber müssen noch ausgebildet werden, wollen sie jenen wahren Fliegergeist, der als Tradition unserer Kriegsfliiegergeneration von der Wasserkuppe aus über Deutschland gegangen ist, in die Jugend verpflanzen und erhalten.

Sofern es sich darum handelt, die jetzt in Ausbildung begriffene Lehrergeneration auf die Ziele des Luftfahrterlasses einzustellen und sie für die Arbeit zur Erreichung dieses Zieles zu begeistern, lassen sich die hierbei entstehenden Schwierigkeiten leicht überwinden.

Der zukünftige deutsche Volksschullehrer wie auch der Lehrer der höheren Schule betritt nach abgelegtem Abiturientenexamen zunächst die Hochschule für Lehrerbildung. Er hat also schon während seiner Schulzeit den Luftfahrtgedanken in allen Unterrichtsfächern erlebt, hat Modellbau betrieben, gegebenenfalls im Luftfahrtlehrgang Gleitflugzeuge gebaut und auch schon diese Flugzeuge geflogen. In den Ferien ist ihm Gelegenheit gegeben worden, die Segelflug-Klubschulen des Reichsluftsportführers zu besuchen. Die Voraussetzungen also dafür, daß er nun während seines viersemestrigen Studiums (für Volksschullehrer) bzw. seiner zwei Semester (Vorstudium für den künftigen Studienrat) weiter in das Gesamtgebiet der Luftfahrt hier eingeführt wird, sind gegeben.

Schon heute kann gesagt werden, daß auf Grund der vorliegenden Erfahrungen, insbesondere bei den Hochschulen für Lehrerbildung in Lauenburg (Pommern), Frankfurt (Oder), Rottbus und Dortmund ein über alles Erwarten starkes Interesse, vor allem für die praktische Betätigung im Segelflug, vorliegt. Von diesen Hochschulen aus ergingen so zahlreiche Meldungen zur Teilnahme an Lehrgängen der Segelflug-Klubschulen, daß teilweise sogar wegen Überfüllung der Lehrgänge Zurückweisungen erfolgen mußten.

Es muß einmal mit aller Klarheit darauf hingewiesen werden, welche Bedeutung



gerade der Lehrernachwuchs der Volksschule — so vorbereitet und weiter gefördert nicht nur in der Theorie, sondern auch in der Praxis des Fliegens — für eine allgemeine Verbreitung des Luftfahrtgedankens in unserem Vaterlande haben wird. Der Volksschullehrer wird nach seinem vollzogenen Eintritt in den Deutschen Luftsport-Verband in seinem Ort, und zwar auch im kleinsten Dorf, der geistige und aktive Träger des Luftfahrtgedankens sein und damit dem Reichsluftsportführer wertvolle Hilfe zur Erreichung des Zieles der gesamten Erfassung der deutschen Jugend und der Bevölkerung für die Luftfahrt leisten können.

Der Philologe, der, wie erwähnt, zunächst einmal zwei Semester lang die Hochschule für Lehrerbildung zu besuchen hat, kommt aus dem gleichen Bildungsgang. Er wird nach seinem Übergang zur Universität am Hochschulinstitut für Leibesübungen die Möglichkeit finden, sich weiter flugsportlich zu betätigen. Sehr wertvoll ist aber, daß ihm die Universität Gelegenheit gibt, sich in den verschiedenartigsten Kollegs mit den technischen und physikalischen Problemen der Luftfahrt bzw. ihrer Nebengebiete wie z. B. Flugmeteorologie, Funkwesen, Statik usw. zu befassen.

Viel schwieriger liegen die Dinge bei der Heranbildung der deutschen Lehrer, die bereits im Beruf stehen. Hier läßt sich nur durch Veranstaltung von Sonderlehrgängen das nachholen, was früher leider versäumt wurde.

Der Reichserziehungsminister hat mit der Durchführung dieser Lehrgänge im wesentlichen den Reichsluftsportführer beauftragt.

Die Ausbildung der Lehrer im Modellbau geschieht vornehmlich in den Reichsmodellbauschulen des DLV. Sofern diese dem gegenwärtig starken Bedürfnis nicht entsprechen können, haben die Kultministerien der Länder, in Preußen die Oberpräsidien und Regierungspräsidien, und auch die Großstädte in ihren Aufsichtsgebieten Sonderlehrgänge für Modellbau im Benehmen mit den örtlichen Dienststellen des Deutschen Luftsport-Verbandes zur Durchführung gebracht.

Die Ausbildung im Segelflug erfolgt auf den Segelflug-Klubschulen Grunau (Riesengebirge) und Lüt auf Sylt. Besonders Befähigte können die Lehrgänge für ingenieurmäßiges Fliegen des deutschen Forschungsinstituts für Segelflug in Griesheim-Darmstadt besuchen.

Bei der Heranbildung von Lehrern und Leitern an Luftfahrtlehrgängen an Berufs- und Fachschulen, in beschränktem Umfange auch an höheren Schulen, beträgt die Grundausbildung zunächst acht Wochen. Sie wird lagermäßig in Örlinghausen (Lippe) bei Bielefeld durchgeführt. In diesen Lehrgängen erhalten die Lehrer der genannten Schularten eine ausreichende theoretische, werkstattmäßige und fliegerische Grundausbildung.

Weiterbildungslehrgänge auf Sondergebieten insbesondere in Flugphysik veranstaltet bei der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht und im Anschluß daran dezentralisiert in den Verwaltungsgebieten der Länder wie auch der Oberpräsidien, haben in Kürze dazu geführt, daß auch die Physiklehrer der

höheren Schulen eine zusätzliche Ausbildung erhielten, die sie befähigt, den Unterricht in Flugphysik zu erteilen.

Es ist zu hoffen, daß das Ziel des ganzen Erlasses damit im Laufe einiger Jahre erreicht werden kann. Ist aber erst einmal die junge Schüler- und Lehrergeneration herangewachsen, dann haben wir „ein Volk von Fliegern“, d. h. von Menschen, die von der Notwendigkeit einer starken deutschen Luftfahrt überzeugt sind, ein Volk, das über und durch das Schulwesen mit solcher Selbstverständlichkeit an die Luftfahrt und ihre Belange herangebracht ist, daß die einzelnen, nach Verlassen der Schule, auch wenn sie niemals Verwendung in der Luftwaffe und der Luftfahrtindustrie finden, in den Deutschen Luftsport-Verband eintreten, um sich hier für den Luftfahrtgedanken einzusetzen und auch sich luftsportlich zu betätigen.

## Der Luftschutz in der Schule

Von Ewald Sellien

Es ist das Schicksal jeder großen menschlichen Erfindung, daß sie, wenn auch zuerst zu friedlichem Zweck geschaffen, gar bald mit eingesetzt wird für die kriegerischen Auseinandersetzungen zwischen den Völkern. So hat uns der Weltkrieg die Verwendung des Flugzeugs als „Waffe des Raumes“ gebracht; in ihm ist auch der Gedanke der Luftabwehr, des Luftschutzes geboren worden. Aber viel mehr als die Anfänge des Luftkrieges und des Luftschutzes bietet der große Krieg nicht. Trotz gewaltigster Leistungssteigerung — z. B. der Geschwindigkeit von 80 auf 200 km/Std., der Steighöhe von 2000 auf 7000 m, der Bombengröße von 3,5 auf 1000 kg<sup>1</sup> — trotz der starken Vermehrung der Flugzeuge in der Zeit von 1914 bis 1918 — z. B. in Frankreich von 250 auf 21000<sup>2</sup> — ist von einem wirklichen strategischen Einsatz der Luftstreitkräfte noch keine Rede. Wenn also auch immer wieder betont werden muß, daß der Luftkrieg von 1914—1918 kein Maßstab für den der Zukunft ist, so ist doch die Möglichkeit des strategischen Luftkrieges ohne weiteres aus den Erfahrungen des Krieges abzuleiten.

In diesem Sinne ist dann auch die Theorie des Luftkrieges weiter entwickelt worden. Ich erinnere nur an den Italiener Douhet<sup>3</sup> und seine Lehre vom „absoluten und selbständigen Luftkrieg“: bei völlig defensiver Haltung der Land- und Seestreitkräfte soll der Angriff von einer starken Bombenflotte mit größter Energie in das Land des Gegners getragen werden, um in kurzer Frist seine militärische, wirtschaftliche, technische und moralische Widerstandskraft zu brechen. Der Krieg soll in der Luft entschieden werden.

Gegen diesen Douhetismus sind erhebliche und ernsthafte Bedenken zu erheben. Ohne mich hier auf Einzelheiten einzulassen, will ich nur erwähnen, daß diese Art der Kriegführung im allgemeinen heute noch als eine Utopie angesehen wird.<sup>4</sup> Man hält die Luftwaffe nicht für die allein entscheidende. Aber das hat nichts damit zu tun, daß man ihr neben Heer und Flotte einen bedeutenden und wichtigen

<sup>1</sup> v. Bülow, Geschichte der Luftwaffe. S. 125, Berlin 1935. <sup>2</sup> ders., S. 125.

<sup>3</sup> Von den zahlreichen Schriften dieses Strategen sei nur verwiesen auf G. Douhet, Luftherrschaft. Deutsch von E. Strunk. Berlin 1935. — Für den Unterricht verweise ich auf meine Ausführungen: „Das Problem des Douhetismus im Unterricht.“ („Luftfahrt und Schule“, 1935/36, S. 172 ff.)

<sup>4</sup> So v. Bülow in dem ausgezeichneten Sammelwerk von Knipper-Hampe: Der zivile Luftschutz. Berlin 1934, S. 18 ff. und Hunke: Luftgefahr und Luftschutz, S. 40 ff. Berlin 1935. Vgl. dazu auch P. Bauthier, Die Kriegsschule des Generals Douhet. Berlin 1935.

Maß in der Gesamtkriegsführung zuerkennt. Im Gegenteil: alle Staaten rechnen heute bei einer kriegerischen Verwicklung mit Luftangriffen und haben ihre Vorkehrungen sowohl durch Schaffung einer Angriffsflotte als auch durch militärische und zivile Abwehrmaßregeln getroffen. Nur die einzelnen Züge im Gesicht des Zukunftskrieges bleiben völlig ungewiß, und niemand kann sagen, wie er sich im einzelnen abspielen wird, in welchem Ausmaß die Luftflotte zum Einsatz kommen und in welchem Grade die Zivilbevölkerung von Luftangriffen betroffen werden wird. —

Die Gefahr ist riesengroß, und sie würde sich ins Ungemessene steigern, wenn man leichtsinnig auf Abwehr- und Schutzmaßregeln verzichten würde. Ein Land, das keinen Luftschutz besitzt, würde geradezu den Gegner zu Luftangriffen reizen, weil er sich von ihnen den größten Erfolg versprechen müßte. Daß auf der anderen Seite keine Abwehrmaßnahme so getroffen werden kann, daß sie einen absoluten Schutz gewährleistet, ist klar. Aber das ist kein vernünftiger Einwand gegen den Luftschutz, wenn er auch immer wieder zu hören ist. Niemand ist bisher auf den Gedanken gekommen, die Feuerwehr abzuschaffen, weil sie nicht jeden Brand rechtzeitig gelöscht hat!

So ist es auch mit dem Luftschutz. Sein Fehlen würde eine Katastrophe bedeuten; sein Dasein ist ein Mittel, wenigstens die ärgsten Gefahren im Rahmen des Möglichen zu beseitigen. Im übrigen vergesse man nie, daß es sich um Krieg handelt und daß noch kein Krieg ohne Verluste gekämpft worden ist!

Vor 1935 haben allerdings die Verhältnisse für den Erfolg der Luftschutzmaßnahmen in Deutschland nicht günstig gelegen. So lange uns auf Grund der Bestimmungen des Versailler Diktates die militärische Abwehr durch eigene Jagdflugzeuge und Flugabwehrkanonen fehlte und ein Luftangriff auf Deutschland für die Gegner kaum mehr als ein friedensmäßiger Fernflug war, durfte man vielleicht mit Recht die Wirksamkeit des zivilen Luftschutzes nicht besonders hoch einschätzen. Die Verluste wären sicher bei Terrorangriffen — und mit solchen mußte das ungeschützte Land bestimmt rechnen — sehr erheblich gewesen, wenn man auch nicht vergessen sollte, daß sie ohne jene Schutzmöglichkeiten noch größer gewesen wären.

Im übrigen heißt es die Absichten jener Männer, die sich seit Jahren um den Luftschutz in Deutschland bemühen, gründlich verkennen, wenn man glaubt, daß nur jener äußere Erfolg, jene Möglichkeit des Deckungnehmens für sie das Entscheidende gewesen wäre. Das war nicht der Sinn des Luftschutzgedankens. Es ging um den Geist, um den Wehrwillen des deutschen Volkes, um den von jenen Männern gerungen wurde; es ging um die „totale Mobilmachung“, den letzten Einsatz aller für die großen Aufgaben der Nation.<sup>5</sup> Das sollte geistig vorbereitet werden! Und das mußte vorbereitet werden. Denn es liegt ja im Wesen des

<sup>5</sup> Vgl. dazu Großkreuz: Die staatspolitische Bedeutung des Luftschutzes. (Luftschutznachrichtenblatt 1933, S. 20 ff.) und meine Ausführungen in „Der Wehrgedanke im Luftschutz“ (Monatsschrift für höhere Schulen, 1935, S. 271 ff.).

strategischen Luftkrieges, daß er sich nicht auf die Front und das nächste Hinterland beschränkt, sondern bis zu den militärischen und wirtschaftlichen Kraftquellen des Gegners im Heimatgebiet vorstoßen kann und will. Der Krieg Volk wider Volk, der Vernichtungskrieg, sie finden im Luftkrieg die Möglichkeit ihrer Verwirklichung, und nur die straffste Zusammenfassung aller Kräfte, der starke Abwehrwille aller Volksgenossen und ihr Zusammenstehen in der Stunde der Not geben die Gewähr dafür, daß solch ein Krieg siegreich überstanden werden kann. — Und da durch die Erfahrungen des Weltkrieges und der großen Luftmanöver der rüstungsfreien Staaten erwiesen ist, daß keine militärische Abwehr vom Boden aus und kein Jagdflieger einen groß angelegten und mit genügender Stoßkraft geführten Bombenangriff in allen Fällen rechtzeitig zum Scheitern bringen kann, so bleibt nur übrig, den zivilen Luftschutz neben dem militärischen in breiter Front auszubauen und alles vorzubereiten, was geeignet ist, die Heimat und die Zivilbevölkerung gegen die Wirkungen der Spreng-, Brand- und Kampfstoffbomben zu schützen.

Durch das Luftschußgesetz vom 26. Juni 1935 ist diesen Notwendigkeiten Rechnung getragen worden. Nachdem der Führer und Reichskanzler dem deutschen Volke die Wehrhoheit zurückgegeben und durch den Aufbau der deutschen Luftmacht die militärischen Voraussetzungen für die Abwehr feindlicher Luftangriffe geschaffen hatte, war es nur noch ein Schritt zur Einführung der Luftschußpflicht, die in § 2 des genannten Gesetzes festgelegt wurde: „Alle Deutschen sind zu Dienst- und Sachleistungen sowie zu sonstigen Handlungen, Duldungen und Unterlassungen verpflichtet, die zur Durchführung des Luftschutzes erforderlich sind.“

Damit ist die rechtliche Handhabe geschaffen, die verschiedenen Zweige des Luftschutzes — den behördlichen, den Werk- und Verkehrsluftschutz und den Selbstschutz der Zivilbevölkerung — so auszubauen, wie es die Lage des Landes erfordert. Daneben aber steht die große Erziehungsaufgabe, die allen jenen Maßnahmen erst die lebendige Wirksamkeit verleiht: die Aufgabe, das ganze Volk mit dem Geiste des rechten Luftschutzes zu erfüllen, der nichts zu tun hat mit dem bloßen Verkriechen in „Heldenkellern“, sondern der von allen seinen Gliedern höchste Einsatzbereitschaft, Mut, Entschlossenheit und Opferwillen, mindestens aber jenes stille Heldentum des zähen Aushaltens verlangt, ohne das schließlich in der Stunde der Gefahr alles umsonst ist, „... denn letzten Endes werden Kriege von Menschen und nicht von Waffen ausgefochten, und es ist der Geist des Menschen, der kämpft, und der Geist des Menschen, der den Sieg herbeiführt“.<sup>6</sup> — Solche Haltung, solche Disziplin aber läßt sich nicht von heute auf morgen erwerben: sie erfordert lange und ernste Erziehungsarbeit.

Für die Zivilbevölkerung als Ganzes ist diese Arbeit — neben anderem — dem Reichsluftschußbund (RLB.)<sup>7</sup> übertragen worden; für die Jugend aber muß sie von

<sup>6</sup> Limberlake: Mensch und Maschine im Kriege. (Luftschußnachrichtenblatt 1933, S. 19.)

<sup>7</sup> H. Grimme, Der Reichsluftschußbund. Berlin 1935.

der Schule in enger Zusammenarbeit mit diesem Bunde und mit der Staatsjugend gelöst werden. Denn daß die Jugend unbedingt in den Dienst der Luftschutzarbeit gestellt werden muß, wird jedem klar sein, der sich in die tatsächliche Lage beim Aufruf des Luftschutzes versetzt: es sind ja gerade neben älteren Männern nur die Frauen und Jugendlichen, die für den Selbstschutz und sogar wahrscheinlich auch für wichtige Aufgaben des behördlichen Luftschutzes zur Verfügung stehen werden. Also ganz abgesehen davon, daß ein Volk nur erzogen werden kann, wenn man auch seine Jugend erzieht, wird es durch den Zwang der Verhältnisse einfach notwendig sein, auf Jugendliche zurückzugreifen. Mit eindringlichen Worten hat daher der Reichsminister der Luftfahrt H. Göring auf die Wichtigkeit dieser Aufgabe hingewiesen: „Schon dem Kinde muß das Wissen von der Notwendigkeit des Luftschutzes in Fleisch und Blut übergehen, schon das Kind muß die Schicksalsverbundenheit erkennen, die uns alle auf Gedeih und Verderb umschließt.“<sup>8</sup>

Diesen Gedanken haben der Reichserziehungsminister Rust und der Reichsjugendführer Walbur v. Schirach für ihre Unterebereiche aufgenommen. Durch Ministerialerlaß vom 17. Februar 1934 wurde an allen Schulen Preußens die Stelle des Luftschutzobmanns geschaffen, der in engstem Zusammenwirken mit den Ortsbehörden und dem Reichsluftschutzbund den Schulleiter in allen Fragen des zivilen Luftschutzes beraten und in seinem Auftrage dafür sorgen soll, daß auch im Unterricht der Luftschutzgedanke die ihm gebührende Berücksichtigung findet. Die übrigen Länder sind diesem Vorgehen des preußischen Ministers gefolgt. — Schon vorher waren vom Nationalsozialistischen Lehrerbund im Einvernehmen mit dem Reichsluftschutzbund zahlreiche Lehrer im Luftschutz ausgebildet worden; durch Bekanntgabe geeigneter Luftschutzliteratur wurde den Lehrern die Möglichkeit gegeben, ihre Ausbildung zu ergänzen; mit Unterstützung des Ministeriums wurde schließlich vom Zentralinstitut für Erziehung und Unterricht eine Ausstellung zusammengestellt, die unter dem Titel „Die Schule im Dienste des Luftschutzes“ zeigen sollte, was bisher in den Schulen an Luftschutzarbeit geleistet worden ist. Als Wanderausstellung konnte sie auch über den Bereich Berlins hinaus anregend wirken.<sup>9</sup> In ähnlicher Weise hat die Hitlerjugend durch Ausbildungslehrgänge, Übungen, Ausstellungen im Luftschutz mitgearbeitet.

Über — und darüber sind sich alle, die das weite Ausmaß der Luftschutzaufgaben und die Größe der zu leistenden Erziehungsarbeit kennen, vollständig klar — alle bisher getroffenen Maßnahmen bedeuten nur einen Anfang. Vieles muß noch geschehen, sowohl bei der behördlichen Durchorganisation als auch bei der Aktivierung der Lehrerschaft. Gerade dieser letzteren Aufgabe stehen gewisse Schwierigkeiten ent-

<sup>8</sup> Im Geleitwort zu dem Buche „Schule und Luftschutz“ von Meyer-Sellien-Borowick (München 1934), das im Auftrage des Reichsministeriums der Luftfahrt erschien.

<sup>9</sup> Vgl. Reichsministerialamtsblatt 1935, S. 368 (Erl. v. 21. 8. 35). Ein Bildbericht erschien 1935 unter dem Titel „Die Schule im Dienste des Luftschutzes“. Berlin.

gegen, die sich aus der Überfüllung des Lehrplanes ergeben. Manche Lehrer, und z. T. nicht die schlechtesten, befürchten, daß die Arbeit der Schule durch Einbeziehung immer neuer Sachgebiete zersplittert und von ihren eigentlichen Zielen abgelenkt wird.

Dem muß mit allem Nachdruck widersprochen werden. Denn sowohl unterrichtlich als erzieherisch läßt sich der Luftschutz sehr wohl mit den Aufgaben der Schule, besonders aber der Schule des Dritten Reiches, in Einklang bringen. Zu fast allen Unterrichtsfächern hat er, wie bereits mehrfach gezeigt worden ist, Beziehungen, die — richtig ausgewertet und an geeigneter Stelle verwandt — den Unterricht nur beleben können. In besonderem Maße gilt dies von den naturwissenschaftlichen Fächern, wo die experimentelle Behandlung des Brand- und Gasbuches zum Beispiel einerseits bei allen Schülern auf lebhaftes Interesse stoßen wird, andererseits aber auch chemisch und physikalisch wichtige Vorgänge vorliegen, deren Besprechung durchaus erwünscht ist. Aber auch im Unterricht der anderen Fächer kann der Luftschutz zwanglos und mit Vorteil für den Unterrichtserfolg verwandt werden. So dürfte z. B. das Herausarbeiten der Luftempfindlichkeit Deutschlands einen guten Gesichtspunkt für eine wiederholende Behandlung der Geographie unseres Vaterlandes sein<sup>10</sup>, während der Zusammenhang der Fragen des Luftkrieges und des Luftbuches mit denen des Weltkrieges und der Nachkriegszeit, der Abrüstung, der Kriegsformen, der Wehrgeschichte usw. entsprechend dem Geschichtslehrer ein lohnendes Thema bieten wird.

Ich will hier nicht auf Einzelheiten eingehen; ich wollte nur kurz andeuten, daß unterrichtliche Schwierigkeiten kaum zu erwarten sind, wenn der Luftschutzgedanke in den Unterricht hineingetragen wird. Aber dies wäre nur ein negativer Grund für die Einführung dieses Gedankens. Viel bedeutsamer ist die Tatsache, daß der Luftschutzgedanke in ganz hervorragender Weise geeignet ist, die Erziehungsziele des Dritten Reiches zu verwirklichen. Wenn der politische und zugleich soldatische Mensch, dem Ehre, Freiheit, Vaterland ebenso wie das Pflichtgefühl gegenüber der Gemeinschaft Leitstern allen Denkens ist, das Ziel der nationalsozialistischen Erziehungsarbeit ist, so fällt offenbar die Erziehung im rechten Luftschutzgeist durchaus in dieselbe Richtung. Denn welche Tugenden sind es, die man vom Luftschutzhauswart, von der Brandwache, von der Hausfeuerwehr, vom Meldegänger erwartet, als gerade diese: Vaterlandsliebe, Mut, Entschlossenheit, Opfersinn, Einsatzbereitschaft für die Gemeinschaft, für das Vaterland?

Dieses Erzieherische muß aber auch bei aller Luftschutzarbeit im Vordergrund stehen, wenn diese nicht zu einer Handwerkslehre herabsinken soll. Gewiß, es liegt im Wesen des Luftbuches, daß er wegen der Neuartigkeit seiner Gefahren und der von ihm benutzten Abwehrmaßnahmen Kenntnisse, sogar viele

<sup>10</sup> A. Scherer, Geographische Betrachtungen zur Luftempfindlichkeit des Deutschen Reichs. („Luftfahrt und Schule“, 1935, Heft 1, S. 18 ff. Berlin-Charlottenburg.) — Ders., Luftschutzfragen bei der Behandlung siedlungs- und wirtschaftsgeographischer Stoffe (ebenda, 1935/36, Heft 12).

und genaue Kenntnisse und Fertigkeiten verlangt. Aber schließlich gilt hier wie überall: Wissen um die Sache ist notwendig, praktisches Zufassen muß geübt werden, über allem aber muß der rechte Geist, der Wille zur Tat, zum Einsatz in der Stunde der Gefahr stehen. Aus diesem Grunde möchte ich ganz besonders davor warnen, die Luftschutzarbeit im naturwissenschaftlichen Unterricht etwa so aufzufassen, als ob es nur um die Erläuterung „technischer“ Einzelheiten ginge und die eigentliche erzieherische Einwirkung dem Deutschen, der Geschichte, der Erdkunde überlassen werden müsse. Eine solche Einstellung verkennet völlig den Sinn des zivilen Luftschutzes, wie wir ihn uns in Deutschland denken. Es darf sich in der Behandlung der Luftschutzfragen in den verschiedenen Fächern nur um eine verschiedene Verteilung der sachlichen Probleme, nicht aber um eine verschiedene Zielsetzung handeln. Nur wenn in allen Fächern diese Zielsetzung klar zum Ausdruck kommt, wird das erreicht werden, was das Vaterland von der Schule auf diesem wichtigen Gebiete der Landesverteidigung erwarten muß.

Aus demselben Grunde muß auch der Gedanke abgelehnt werden, daß nicht alle Schüler in Deutschland unterwiesen werden müssen, da ja nicht alle Gebiete in gleicher Weise luftgefährdet sind. Abgesehen davon, daß niemand weiß, wo Luftangriffe erfolgen werden und wo nicht, und daß die Bewohner der Dörfer und kleinen Städte sehr wohl in andere gefährdete Orte kommen können, liegt auch hier jene oberflächliche Auffassung des Luftschutzes vor, die in ihm nur eine praktische Angelegenheit und nicht einen starken und bewußten Ausdruck unseres Wehrwillens sieht. —

Zum Schluß sei auf die Frage eingegangen, wie die Luftschutzarbeit zweckmäßig in die Organisation der Schule eingegliedert werden soll. Zwei grundsätzlich verschiedene Wege bieten sich: man kann durch Vorträge, Filme, Bücher und Aufsätze aus Zeitschriften die Schüler mit den Aufgaben und Zielen des Luftschutzes bekanntmachen, man kann aber auch unmittelbar den Unterricht dafür heranziehen. Es dürfte nicht notwendig sein, die Vor- und Nachteile beider Wege gegeneinander abzuwägen, da es jedem Einsichtigen klar sein wird, daß beide Wege gegangen werden müssen.<sup>11</sup> Einen Vorschlag dafür, wie sie verknüpft werden können, habe ich im Februarheft der Zeitschrift: „Gaschutz und Luftschutz“ (1935) veröffentlicht. Ich wiederhole hier:

„Durch einen oder besser mehrere Vorträge für die ganze Schule oder für Klassengruppen wird zunächst vom Luftschutzobmann eine allgemeine Einführung in das ganze Problem gegeben. Lichtbilder und Filmstreifen müssen dabei möglichst zur Erhöhung der Anschaulichkeit und des Interesses verwandt werden.“<sup>12</sup>

<sup>11</sup> Vgl. Meyer-Sellien-Borowich, a. a. D. S. 85 f.

<sup>12</sup> Ich möchte hier auch auf das ausgezeichnete und sehr wohlfeile Büchlein von Knipfer-Burkhardt, Luftschutz in Bildern (Berlin-Schöneberg; 1935) hinweisen, das mit 146 guten und zuverlässigen Bildern dem Lehrer ein vortreffliches Anschauungsmaterial an die Hand gibt.



Daran schließt sich für jede Klasse eine ausführliche Besprechung der Grundfragen in einer zusammenhängenden Reihe von Stunden, die vom Klassen- oder einem anderen Lehrer, der die Luftschutzfragen genügend beherrscht, übernommen wird. In diesen Stunden kann sich der Schüler durch Fragen alle notwendige Klarheit über Nichtverstandenes verschaffen. Die Einzelfragen, etwa die rechtlichen Fragen des Luftkrieges, die Chemie der Kampfstoffe usw. verbleiben dann den Fachlehrern, die sie an passenden Stellen in ihren Unterricht eingliedern. Feuerlöschübungen, Alarmproben, Beteiligung an Luftschutzübungen als Zuschauer, Besuch geeigneter Filme stellen die notwendige Ergänzung dar. Sache des Schulleiters und des Luftschutzobmannes wird es sein, für gute Zusammenarbeit aller Lehrer zu sorgen.“

Wie die Behandlung dann in den Einzelfächern durchgeführt werden kann, sollen die späteren Abschnitte des Buches zeigen. Ich möchte an dieser Stelle nur noch ein Wort über die Art der Aufklärung sagen, deren Schwierigkeit ja darin besteht, daß die Luftgefahr und der Luftschuß ganz neue Dinge darstellen, die außerdem noch immer einem gewissen Wechsel unterworfen sind. Es muß daher überall mit großer Sorgfalt vorgegangen werden, damit keine falschen Anschauungen entstehen — und verbreitet werden; es muß der richtige Mittelweg gefunden werden zwischen einer Überschätzung der Luftgefahr, die zu Panikstimmung und Hoffnungslosigkeit Anlaß gibt, und ihrer Unterschätzung, die zur Sorglosigkeit verführt und schwerste Verluste nach sich ziehen würde. — Sachlich halte man sich an die gute Luftschuttliteratur<sup>13</sup> und lasse sich bei Bildern und Filmen von den zuständigen Stellen des Reichsluftschutzbundes beraten. Wichtig ist es auch, daß die Fachausdrücke und Bezeichnungen für die Teile, Einrichtungen usw. des zivilen Luftschutzes auf keinen Fall willkürlich abgeändert oder in abgewandeltem Sinne benutzt werden. Schwere Mißverständnisse könnten im entscheidenden Augenblick die Folge sein und größten Schaden stiften. —

<sup>13</sup> Neben den bereits erwähnten Büchern verweise ich auf:

Gandenberger von Moisy, Luftkrieg — Zukunftskrieg? (Berlin 1935.)

Hampe, Der Mensch und die Luftgefahr. (Berlin-Siegling 1937.)

Hanslian, Der chemische Krieg. 2. Aufl. (Berlin 1927.) 3. Aufl. in 2 Bänden. Der 1. Teil ist 1936 erschienen, der 2. folgt 1937.

Hunke, Luftgefahr und Luftschuß. 2. Aufl. (Berlin 1935.)

Knothe, Larnung und Verdunkelung. (Berlin 1936.)

Ritter-Pfaundler, Ziviler Luftschuß. (Ludwigshafen a. Rh.)

Ruff-Fessler, Gaschuß — Gashilfe. 7. Aufl. (Leipzig 1937.)

Schoßberger, Bautechnischer Luftschuß. (Berlin 1934.)

Teehmann, Der Luftschutleitfaden für alle. (Berlin 1935.)

Wirth-Muntzsch, Die Gefahren der Luft und ihre Bekämpfung. 2. Aufl. (Berlin 1935.)

Außerdem vergleiche man die Literaturangaben bei den Einzelbeiträgen. Die Zeitschriften sind S. 212 aufgeführt. Für den Lehrer kommt die von H. Helbig herausgegebene Zeitschrift „Luftfahrt und Schule“ (Berlin-Charlottenburg) hinzu, die einen besonderen Teil „Luftschuß und Schule“ enthält.

Mit diesen grundsätzlichen Ausführungen zur Luftschutzarbeit im Unterricht möchte ich mich begnügen: Die an den Lehrer ergehenden Forderungen sind nach allem nicht gering. Es genügt nicht, daß er sich selbst ausreichende und genaue Kenntnisse verschafft, damit er die verantwortungsvolle Aufklärung seiner Schüler und Schülerinnen übernehmen kann, sondern er muß davon durchdrungen sein, daß im Luftschutz eine ganz große Aufgabe der Landesverteidigung vorliegt, für die die Schüler erzogen und — begeistert werden müssen. Die psychologische Schwierigkeit, die darin besteht, daß der Junge natürlich lieber selbst fliegen, selbst angreifen möchte und daß er von bloßer Verteidigung nichts wissen will, muß durch den immer wiederholten Hinweis auf das Kämpferische im deutschen Luftschutzgedanken überwunden werden. Der zivile Luftschutz gehört zur „totalen Mobilmachung“, gerade in ihm findet der Jugendliche die Stelle, wo er als vollgültiges Glied seine Pflicht gegen die Heimat erfüllen kann. Es wird die Aufgabe der deutschen Schule und der deutschen Lehrer sein, das Geschlecht zu erziehen, das bereit und imstande ist, diese Pflicht in rechter Freudigkeit zu tun!

# Der Luftfahrtgedanke im Deutsch- und Geschichtsunterricht

Von Franz Braun

Wenn der Deutsch- und Geschichtsunterricht in ganz besonderem Maße dazu berufen ist, die deutsche Jugend im Sinne des letzten und höchsten nationalsozialistischen Erziehungszieles zu formen, so darf er die in dem Heldentum der Flieger, der Entwicklung des Flugwesens und der Fliegerliteratur gegebenen Möglichkeiten nicht unbenützt lassen.

Die Gegenwart trägt das Zeichen des Politischen; die innere und äußere Sicherung der Gemeinschaft, die Steigerung der völkischen Kraft, die Formung des völkischen Willens ist das alles entscheidende Lebensprinzip. So hat die Schule in erster Linie eine politische Bildung zu vermitteln, und überall suchen wir nach dem rechten Wege zur Lösung und Erfüllung der großen Aufgabe.

Politische Erziehung fordert die Erziehung zum völkischen Leben. Wenn jeder ein brauchbares Glied der völkischen Lebensgemeinschaft werden soll, so hat er sich mit ihren Grundlagen auseinander zu setzen, d. h. die harten Begebenheiten unseres völkischen Lebens unbedingt anzuerkennen und nicht etwa in eine Traumwelt zu flüchten. So muß die nationalsozialistische Schule den Wirklichkeits Sinn wecken. Zu diesen Voraussetzungen unseres völkischen Seins gehört die Luftfahrt mit all den vielen Auswirkungen in Wehr- und Luftpolitik, Verkehrs- und Wirtschaftsentwicklung, in Sportfliegerei, technischer und wissenschaftlicher Leistung.

Nach Haltung und Gesinnung stellen wir an den politischen Menschen hohe Forderungen. Der Erziehung erwachsen damit wichtige und schwere Aufgaben. Einprägsame Beispiele sind für die Charakterbildung immer am wirksamsten. Dazu gehört vor allem echtes Fliegertum; es bietet die besten Vorbilder. Darum müssen wir dem Luftfahrtgedanken und seinen Vorkämpfern auch im Deutsch- und Geschichtsunterricht den gebührenden Platz einräumen.

Der politische Mensch fühlt sich aus dem bluthaft seelischen Erleben der Volksgemeinschaft heraus nur als Glied seines Volkes, ihm verantwortlich, deshalb opfer- und einsatzbereit für die völkische Gemeinschaft. So sind gerade auch Kameradschaft und Kämpfertum die Grundzüge des Fliegers: Zucht und Einordnung, Zähigkeit und heldischer Mut, Opfer- und Einsatzbereitschaft bis zur bedingungslosen Hingabe.

Die Achtung vor der gleichen Haltung seines Gegners verpflichtet den Flieger zugleich zur Ritterlichkeit seinem besiegten Feinde gegenüber, er vertritt damit edelstes Menschentum, darin selbst von unseren Gegnern rückhaltlos bewundert.



Das Heldentum eines Max Immelmann, eines Oswald Boelcke und Manfred v. Richthofen und all ihrer tapferen Kameraden steht uns leuchtend vor Augen. Während zu Lande die furchtbarsten Materialschlachten tobten, war der Flieger nur auf sich allein gestellt; in den Luftkämpfen Mann gegen Mann setzen sich allein Nervenkraft und Härte, Angriffsgeist und Siegerwille der Flieger durch, ihr Können und ihre blitzschnelle Entschlußkraft. So hoch steht der echte Flieger selbst in der Achtung seines Gegners, daß der kanadische Fliegerhauptmann Brown, der den durch Motorschaden wehrlos gewordenen Manfred v. Richthofen ohne Gegenwehr abschießen konnte, nach vollbrachter Tat seines Sieges nicht froh wird. „Und plötzlich,“ so berichtet er, „fühlte ich mich elend, unglücklich, als hätte ich ein Unrecht begangen. Kein Gefühl der Freude konnte aufkommen, daß dort Richthofen lag, der Größte von allen! Schamgefühl, eine Art Ärger gegen mich selbst ergriff mich bei dem Gedanken, daß ich ihn gezwungen, nun dort zu liegen, so ruhig, so friedvoll, ohne Leben. Diesen Menschen, der noch vor kurzem so voller Leben gewesen war. Und in meinem Herzen verfluchte ich den Zwang, der zum Töten trieb, ich knirschte mit den Zähnen, ich verfluchte den Krieg.“ — „Dem Rittmeister v. Richthofen, dem tapferen und würdigen Feinde,“ so lautete die Inschrift des großen Kranzes, den das Hauptquartier der britischen Luftstreitkräfte am Grabe des Fliegerhelden niederlegte.

Luftkrieg. Ein neuer Begriff.

Kampfflieger. Ein neuer Mensch, ein neues Heldentum. Offiziere, Mannschaften und Unteroffiziere, Monteure und Handwerker, alle gleich opferwillig, treu und einsatzbereit.

Selbst durch Nebel und das Dunkel der Nacht tragen die schweren Bombe die verderbenbringende Last hinüber zum Feind, nach Paris. Zeppelin über England, Aufklärung in der Nordsee, Materialtransport nach Afrika. Unerhörte Leistungen.

Als der Versailler Gewaltfriede in sinnloser Wut und Angst unsere Luftstreitkräfte vernichtet hatte und nun die Segelflieger, 1920 von Oskar Ursinus aufgerufen, in die Lücke sprangen, um die Fliegerbewegung zu neuem Leben zu erwecken, da brachten auch sie aus ihren Reihen unerfessliche Opfer (unter vielen anderen Dffermann, Leusch, v. Böhl, Ferdinand Schulz 1929, Günther Groenhoff 1932, Rudolf Delhshner 1935). „Helden kämpfen nie vergebens. Wilden sie doch neue Helden aus dem Opfer ihres Lebens.“

Die deutsche Segelfliegerjugend stemmte sich gegen den Geist des Materialismus, der Zerstückung und Verweichlichung. Sie lebte allein der Tat, der Arbeit, der Kameradschaft und rettete den heldischen Geist ihrer großen Vorbilder aus dem Weltkrieg in eine bessere Zukunft ihres Volkes.

Die Fähigkeit, für das Volk alles preiszugeben, erwächst aus der grenzenlosen Liebe zum Vaterland und dem unbändigen Stolz auf unser Volkstum und seine Leistung; damit muß sich der harte Wille zur Tat verbinden. Solch ein Fühlen und Wollen müssen wir darum in der Jugend wecken und vertiefen. Und des-

halb ist die erlebnismäßige Gestaltung und Erfassung von großer Wichtigkeit. Darauf wird der Lehrer besonders zu achten haben.

Aber allein schon die Erkenntnis von der gewaltigen Pionierarbeit, die wir Deutschen gerade auf dem Gebiet der Luftfahrt geleistet haben, wird bei unserer Jugend den Nationalstolz wecken. Diese sachliche Behandlung muß für das Erlebnis überhaupt erst die Grundlage schaffen.

Otto Lilienthal, der „Vater des Menschenfluges“, erfüllte zum ersten Male die Jahrhunderte alte Sehnsucht der Menschheit, sich im Fluge von der Erde zu lösen. Er beobachtete den Vogelflug, grubelte, berechnete den Luftwiderstand und baute seine Hänggleiter. Ihm gelangen die ersten Gleit- und Segelflüge ohne Motor, und so brachte er die Gewißheit: der Mensch kann fliegen. Freilich muß auch er das Leben für seine Lieblingsidee hingeben (1896). Ihn beschäftigte auch schon das Problem des Motorfluges, das damals aber noch nicht lösbar war, da der erforderliche leichte Explosionsmotor noch fehlte.

Wieder waren es zwei Deutsche, Daimler und Benz, die einen solchen zuerst bauten (1883), und damit den amerikanischen Brüdern Wright die Voraussetzung für den ersten Flug mit einem Motorflugzeug lieferten (1903).

Graf Zeppelin schuf das lenkbare Luftschiff (Luftfahrzeug, leichter als Luft wegen seiner Füllung mit Traggas zum Unterschied von den Flugzeugen, die schwerer als Luft sind); aber von den Anfängen bis zu den weltberühmten Fahrten Eckners, dem die erste Luftschiffüberquerung des Ozeans und die Weltumfahrt glückte, wieviel Kämpfe und bittere Enttäuschung und immer wieder neues mutiges Beginnen und rastloses Schaffen liegen dazwischen! Je größer die Schwierigkeiten, desto zäher und verbissener arbeitet der Graf, er opfert sein ganzes Vermögen, bis endlich das ganze deutsche Volk nach dem Unglück von Echterdingen sich zu ihm bekennt und mit seiner Millionenpende den Zeppelinbau rettet.

Nordische Schöpferkraft, nordisches Kämpfertum.

Die Kühnheit des ersten Ost-West-Fluges über den Atlantischen Ozean macht Hermann Köhl und seine beiden Kameraden Frhr. v. Hühnefeld und Fihmaurice mit ihrem Junkersflugzeug für alle Zeit unvergesslich.

Deutsche Wasserflugzeuge (Dornier) und Riesenflugboote haben Weltgeltung erlangt durch die Ozeanflüge (Wolfgang v. Gronau über Grönland und Labrador nach Amerika und um die Welt) und den Weltflug des größten Flugschiffes der Welt, Dornier DO X, unter Führung des jetzigen Generalmajors Christiansen.

Allein deutscher Wille zur Arbeit und deutsche Leistung bringen dem Volke wieder Achtung und Anerkennung in der Welt.

Die Entwicklung des Weltluftverkehrs (Flugzeug als Transportmittel im internationalen Verkehr) nimmt seinen Anfang mit der Strecke von Berlin—Weimar (5. Februar 1919 eröffnet). Seitdem ist Deutschland dank seiner europäischen Mittellage Ausgangs- bzw. Kreuzungspunkt für die wichtigsten Fluglinien (das

„Luftkreuz Europas“). Die „Internationale Lufttransport-Vereinigung“ (abgekürzt Iata) ist eine deutsche Gründung.

Erst die von der deutschen Luftthansa geschaffene Zusammenarbeit von Flugzeug und Dampfer mit Katapulten hat die Postbeförderung und die Überfahrtszeit von Europa nach Nordamerika um zwei Tage verkürzt. Die „Bremen“ und „Europa“ des Norddeutschen Lloyd waren mit Flugzeugschleuder und Luftthansa-Flugzeug ausgerüstet. Die Luftthansa hat im Atlantischen Ozean mit der „Westfalen“ den ersten künstlichen Flugstützpunkt, den schwimmenden Hafen, geschaffen, um die Flugzeugverbindung von Westafrika nach Südamerika zu sichern. Die „Schwabenland“ ist der zweite schwimmende Flugstützpunkt geworden. Während die Schiffspost des Südatlantikdienstes drei Wochen Beförderungszeit braucht, dauert sie mit Hilfe der Luftthansa drei Tage bis Rio de Janeiro und dreieinhalb Tage bis Buenos Aires.

„Die durchschnittlichen Reisegeschwindigkeiten auf den Luftverkehrslinien erfahren fast von Jahr zu Jahr eine Steigerung. So konnte die deutsche Luftthansa durchschnittliche Stundengeschwindigkeiten auf ihren Luftlinien von 160 km im Jahre 1933 auf 240 bis 250 km im Jahre 1935 erhöhen. Das ist vor allem durch den Einsatz der dreimotorigen Junkers Ju 52-Maschinen möglich geworden, die neben einer dreiköpfigen Besatzung 17 Fluggäste mit 250 bis 270 km/h befördern. Die Heinkel He 70-Flugzeuge erreichen sogar eine durchschnittliche Geschwindigkeit von 300 km in der Stunde und eine Höchstgeschwindigkeit von 380 km! Auch die neuesten deutschen zweimotorigen Muster Junkers Ju 86 und Heinkel He III, die 10 bis 12 Fluggäste aufnehmen können, erzielen eine Reisegeschwindigkeit von 300 km/h.

Mit diesen Schnellflugzeugtypen, die ihre Verkehrsreise bereits bewiesen haben, konnte Deutschland den Vorsprung einholen und — überholen, den die Amerikaner in den letzten Jahren im Bau von Schnellflugzeugen erzielt haben.“

Die deutsche Luftfahrt hat auch vorbildlich der Wissenschaft gedient und wichtige Forschungsarbeit geleistet. Der Segelflug zeigte neue Wege für Flugzeugkonstruktionen (schwanzloses Flugzeug), erkundet und benutzt die Luftströmungen (Thermikflug). Die Stratosphärenflüge erforschen die Strömungen in den oberen Luftschichten und die Möglichkeiten für den Luftverkehr durch die Stratosphäre (Junkersmaschine). Das Zeppelinluftschiff stellte sich in den Dienst der Arktisforschung. Flugzeuge bekämpfen Waldschädlinge usw. Umgekehrt dient die Wissenschaft der Fliegerei; sie entwickelt Selbststeuerungsgeräte und Peilverfahren, die Industrie steigert die Zuverlässigkeit der Motore und damit die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der Luftfahrzeuge.

Deutscher Geist, deutsche Tatkraft und Zähigkeit hat diesen Aufstieg zur heutigen Luftgeltung erreicht trotz all der Schwierigkeiten, die uns durch Versailles und die Feindbundmächte auferlegt waren. Die Vorkämpfer der Fliegerei, die Flieger des Weltkrieges, die Pioniere für neue Luftgeltung Deutschlands, sie kannten und kennen nur einen Grundsatz:

Einer für alle und alle für Deutschland, für unser Vaterland.

Das muß uns mit Stolz erfüllen und hat auch dem Deutschen in aller Welt Anerkennung und Achtung eingetragen. Jedes deutsche Flugzeug, jedes Luftschiff, das über die Ozeane die Kontinente verbindet, trägt mit dem Hoheitszeichen des nationalsozialistischen Deutschland Ehre und Ansehen des Dritten Reiches hinaus in die Welt.

Wenn nun ferner auch die wehrpolitische Erziehung unseres Volkes nicht nur Verständnis, sondern sogar ständige Mitarbeit oder womöglich persönlichen Einsatz unserer Jugend für die Stärkung unserer Luftstreitkräfte verlangt, so ist klar, ein wie wichtiger Mittelpunkt in unserer Schularbeit der Luftfahrtgedanke sein muß.

Die Kämpfe und Entscheidungen der letzten Kriegsjahre, die Geopolitik, Wirtschaft= und Verkehrspolitik der Gegenwart lassen sich ohne Berücksichtigung der Luftpolitik gar nicht mehr verstehen.

Gerade die Verkehrsluftfahrt ist ein Werkzeug der Politik. Wir erkennen heute erst die Umrisse des künftigen Weltluftverkehrs, der nicht nur die Kontinente, sondern auch alle Ozeane und die arktischen Zonen umspannen wird. Doch soviel ist sicher: Die Einbeziehung des Luftraumes in den Weltverkehr führt zu neuen Verknüpfungen, aber auch Spannungen im System der weltpolitischen Kraft- und Stoßlinien. Die Luftwege sind die Straßen politischer Energie und politischen Willens.

Das Zeitalter der Luftfahrt leitet ein neues Zeitalter der „totalen Mobilisierung der Erde“ ein.

Daß Kriege der Zukunft vornehmlich in der Luft entschieden werden, daß Rußland sich zur ersten Luftmacht hocharbeiten will, um den Kommunismus zum Weltsieg zu verhelfen, ist unbestrittene Tatsache.

Ich möchte in diesem Zusammenhang nur als Beispiel eine welt- und luftpolitische Gegenwartschau einfügen, die ich dem vortrefflichen Buche von Schulz-Bley: Luftarmeen ringsum<sup>1</sup> entnehme.

Frankreich beherrschte luftstrategisch in den ersten Nachkriegsjahren den west- und mitteleuropäischen Raum.

„Diese Alleinherrschaft wurde dann durch die britische (seit 1923) und italienische (seit 1925) Luftaufrüstung in Frage gestellt. Für diese und die nächste Zeit kann man von einem ausgesprochenen Wettrüsten der Siegerstaaten des Weltkrieges sprechen. Der Kern des Übels liegt ausschließlich im Friedensdiktat von Versailles. Denn dieses ‚Abkommen‘ hat die europäische Politik in das Chaos geführt. Alles andere, auch die Luftaufrüstung und das Neben von einer Luftaufrüstung, ist nur Folge jener Unaufrichtigkeiten, welche die Grundlage zum Versailler Vertrag bilden.

Der Schwerpunkt der Weltpolitik hat sich in gefährdender Weise nach dem Stillen Ozean verlagert. Die britische Weltmacht ist von innen her durch die Freiheitsgelüste der farbigen Völker bedroht. Japan ist auf die Dauer nicht gewillt, anderen Mächten die Herrschaft über Ostasien einzuräumen. Seine und Chinas Menschenmassen suchen Land und Brot. Die japanisch=amerikanische Spannung ist bereits ein Dauerzustand geworden. Zugleich stehen sowohl Japan als auch die Vereinigten Staaten von Amerika und England alle für sich in einem

<sup>1</sup> Verlag Deutsche Kulturwacht, Berlin=Schöneberg, Mühlenstr. 3.

scharfen Gegensatz zu Sowjetrußland, das heute die stärkste asiatische Macht ist und seine Luftrüstung mit Hilfe europäischer und amerikanischer Ingenieure selbständig gemacht und auf einen Höchststand der Entwicklung gebracht hat. So mangelhaft auch hier und da die Werkarbeit russischer Flugzeugfabriken sein mag, so bleibt es doch unbestritten, daß die Sowjets eine überaus große Luftflotte unterhalten, deren technischer Stand den Frankreichs heute übertrifft. Die anfangs in aller Stille betriebene und dann gar nicht mehr abgeleugnete Hochrüstung zur Luft hält die Ostgrenze des Sowjetreiches politisch dauernd in Brand.

Hier von ist zunächst unmittelbar Japan betroffen. Infolgedessen sah auch Japan sich zu einer ungeheueren Luftaufrüstung gezwungen, die gleichfalls mit europäischer Hilfe begonnen und aus eigener Kraft aus landeseigenen Mitteln vollendet wurde. Hierdurch sah sich nun aber wiederum Amerika bedroht, welches seine Einflüsse im Fernen Osten nicht preisgeben will. Deshalb gingen die Amerikaner mit der ihnen eigenen Energie und Großzügigkeit an den Ausbau ihrer Luftmacht, die sehr bald die Vereinigten Staaten von Amerika unangreifbar machte und darüber hinaus die Möglichkeit zu einem luftoffensiven Vorgehen im Stillen Ozean sicherte.

So verschärft sich denn auch in der ganzen Welt im Jahre 1929 das Zeitmaß der Luftaufrüstung außerordentlich. Dieses Zeitmaß ist für alle Mächte beängstigend geworden. Denn diese Luftaufrüstung verschlingt Milliarden und Abermilliarden. Auf die Dauer sind alle diese Länder nicht in der Lage, bei ihrer durch die weltwirtschaftlichen Folgen des Friedensdiktates von Versailles immer mehr in die Zerrüttung geratenen Wirtschaft und bei dem vollständigen Chaos der Weltwirtschaft diese Lasten zu tragen. Hierbei muß jedes einzelne Land befürchten, das andere Land werde sein Ziel erreichen, während man selbst zurückbleibt. Deshalb der größte Gegensatz zwischen der Verstärkung der Luftrüstungen einerseits und den Bemühungen um Abrüstung andererseits! Daraus erklärt sich, daß die Abrüstungskonferenz des Völkerbundes, an der sich Deutschland schließlich nicht mehr beteiligen konnte, praktisch gar nichts erreicht hat und daß die bestehenden Spannungen in der Welt nicht abgeschwächt, sondern verschärft wurden.

In der Gesamtheit des Kräftespieles fehlte eben das Volk, welches durch seine Lage in Mitteleuropa nun einmal ein weltpolitisch wichtiger Faktor ist; das ist Deutschland. Nur ein starkes Deutschland ist in der Lage, den friedlichen Ausgleich in der Weltpolitik zu sichern. Die politische Durchschlagskraft einer jeden Staatsführung wird aber stets um so größer sein, je größer für ihre Gegenspieler das Risiko eines bewaffneten Angriffs auf ihr Land ist. Die Friedenspolitik der nationalsozialistischen Staatsführung steht also nicht nur in keinem Gegensatz zur Wiederherstellung der deutschen Wehrhoheit, sondern bildet mit ihr eine innere Einheit. Die Wiedereinführung der Wehrpflicht in Deutschland und nicht zuletzt die Wiederherstellung der deutschen Luftwaffe macht die deutsche Ehre und mit ihr die damit auf das engste verbundene Bestehensmöglichkeit der Nation unantastbar. Es ist bezeichnend, daß, seit Adolf Hitler Deutschland führt und ihm mit der Wiederherstellung des deutschen Lebenswillens seine politische Kraft wiedergab, die Welt unbeschadet aller zum Fenster hinausgeführten Reden ihrer Parlamentarier die Notwendigkeit einer Neuordnung der europäischen Dinge einzusehen beginnt.

Der Widersinn des Versailler Friedensdiktates war auch auf dem Gebiete der Luftfahrt von Tag zu Tag deutlicher geworden. Die deutsche Politik der Kraft, Ehre und Friedensbereitschaft konnte unter den obwaltenden Umständen auf die Dauer ihre Wirkung nicht verfehlen. Die neue deutsche Luftwaffe stellt zunächst einmal mindestens einen gewissen Ausgleich der Kräfte her, indem sie einen wehrpolitisch leeren Raum auszufüllen beiträgt und dadurch eine ganz Europa unmittelbar bedrohende Kriegsgesfahr beseitigt. Hätte das Dritte Reich unter der Führung Adolf Hitlers eine solche Politik nicht betrieben, so stünde die Welt allerdings heute wahrscheinlich schon wieder in Brand. Ein Blick auf die Zahlen der Weltluftrüstung genügt, um das zu begreifen."



Adolf Hitler und sein Luftfahrtminister Hermann Göring haben sich das Ziel gesetzt, die deutsche Luftgeltung wieder zu gewinnen als eine heilige Verpflichtung, die das Volk unseren großen gefallenen Helden und Fliegern schuldig ist.

Wir müssen diesen lebenswichtigen, ja lebensnotwendigen Gedanken von deutscher Luftgeltung tief in die jugendliche Seele hineinpflanzen.

Aus diesen Andeutungen wird der Lehrer des Deutschen und der Geschichte die Bedeutung der ihm gestellten Aufgabe und ihre Ziele erkennen. Sie muß ihn selbst ganz packen und durchdringen, um an seinem Feuer die Seelen und Gemüter der Jungen zu entzünden. Fühlt der Schüler das, kann ich mir alle methodischen Anweisungen ersparen.

Nur einige Bemerkungen über die Wege, die wir beschritten haben, und über unsere Erfahrungen.

Vorweg sei nochmals wiederholt, daß die Behandlung des Luftfahrtgedankens auf den einzelnen Klassenstufen einen planmäßigen Aufbau des eigenen Unterrichtsplanes sowie enge Zusammenarbeit mit den übrigen Fächern erfordert, wenn das gesteckte Ziel erreicht werden soll. Der Schüler mag die hinter der Gesamtarbeit liegende Planung herausfühlen, um so eindringlicher wird ihm die ganze Bedeutung der Luftfahrtprobleme und ihre Entwicklung.

In dem bekannten Fliegerlaß vom November 1934 sind für die anderen Fächer die Möglichkeiten des Einbaues und der Behandlung des Luftfahrtgedankens aufgezeigt, ich brauche sie darum hier nicht zu wiederholen. Selbstverständlich muß man in den einzelnen Jahren und Klassen mit der methodischen Anordnung abwechseln. Schon in Sexta oder Quinta wird man bei der Märchen- und Sagenbehandlung die Sagen und Erzählungen aus der Fluggeschichte einflechten und schon einzelne lebendige Schilderungen von Luftkämpfen, Segelfliegerleistungen, sportlichen Motorflügen, Welt- und Entdeckungsfahrten usw. anschließen.

In der Quarta und Unter- und Obertertia, wo die Jungen schon Modellbau betreiben und mit den Anfängen der Flugphysik Einblick in Technik und Theorie erhalten, wird die Basis für die Sachbehandlung breiter. Hier können dann auch die Besichtigungen genannter Art einsetzen.

Wie die Jungen es bald heraus haben, von weitem schon die betreffende Automarke zu erkennen, muß man die Jungen auch gewöhnen, immer auf den Bautyp der Flugzeuge und ihre Eigenarten zu achten. Wo keine Motor- und Segelflugübungsplätze dazu Gelegenheit bieten, kann die im Auftrage der DLR. herausgegebenen „Typenschau deutscher Flugzeuge“ als Ersatz dienen.<sup>2</sup> In diesem Heft sind auch die Flugzeugwerke mit ihren besonderen Bauverfahren kurz gekennzeichnet. Zum Vergleich zeige man auch die wichtigsten Kriegsflugzeuge des Auslandes.<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Verlag: Deutsche Arbeit, deutsches Wesen, Frankfurt a. M. und Berlin W 35, Bredlerstr. 37.

<sup>3</sup> Bilder bei v. Bülow, Geschichte der Luftwaffe, Verlag Moritz Diesterweg; Schulz-Bien, Luftarmeen ringsum. Verlag Deutsche Kulturwacht, Berlin-Schöneberg; Georg W. Feuchter, Die Luftwaffe der Gegenwart. Verlag E. S. Mittler und Sohn, Berlin.

In Anknüpfung an diese Ergebnisse und unter Benützung der eigenen Erfahrungen beim Modellbau und der ersten Grundlagen aus dem flugphysikalischen Unterricht muß jetzt die Lektüre und Besprechung von Fliegerbüchern weitere Einblicke in die Aufgaben der verschiedenen Luftfahrzeuge, in ihre Entwicklung und die Probleme der Zukunft bringen. Es gibt da Bücher genug, die für die verschiedenen Altersstufen passen. Ich verweise auf den folgenden Wegweiser durch die Literatur.

Man kann nun in der Benützung der Literatur natürlich verschiedene Wege gehen. Im Anfang empfiehlt sich gemeinsame Klassenlektüre. Gute Fliegerbücher gibt es in reicher Fülle. Freilich verbietet sich aus finanziellen Gründen oft die allgemeine Anschaffung. Meist bringen aber schon die Lesebücher ausgewählte Stoffe. Ihre Neubearbeitung wird künftig noch mehr Stoff bereit halten. Es gibt aber auch schon ganz billige Hefte, die geeignete Abschnitte der besten Autoren zusammengestellt haben und im wesentlichen unsere Wünsche befriedigen. Die Schüler können sie sich anschaffen, oder sie werden von der Schule in angemessener Zahl für die Schülerhilfsbücherei gekauft und dann für die Zeit der Behandlung ausgegeben, nach Abschluß wieder eingesammelt. Das gilt für alle Klassenstufen.

Daneben verteilt der Lehrer wertvolle Fliegerbücher aus der Schülerbücherei und läßt einzelne Schüler bzw. Schülergruppen darüber berichten, indem er von vornherein bestimmte Gesichtspunkte herausstellt, die sie verfolgen sollen. Die übrigen Fliegerbücher der Schülerbücherei muß man der eigenen Lektüre empfehlen, gelegentlich aber auch ganz kurz besprechen. Da in der Klasse aus Zeitmangel nur einzelne Abschnitte gemeinsam gelesen werden können, muß man darauf halten, daß jeder Schüler auch gute Fliegerbücher als Ganzes liest.

Voraussetzung ist dabei immer, daß in der Schülerbücherei auch geeignete Lektüre dieser Art vorhanden ist. Manche Deutsch- und Geschichtslehrer haben sich schon in der Weise geholfen, daß die Schüler ihre privaten Fliegerbücher mitbrachten und in der Klasse austauschten; so konnten sie das notwendige mit ihren Jungen erarbeiten.— Auf der Unterstufe und noch in der Tertia sollte man zunächst möglichst viel Tatsächliches und Einzelgeschehen bringen und naives Erleben vermitteln. Auf der Mittelstufe wird man außerdem das Abenteuerliche und Landschaftliche berücksichtigen. Der Oberstufe geben wir neben der sachlich, geschichtlich und technisch weiterführenden und vertiefenden Literatur die Bücher in die Hand, die das Fliegererlebnis künstlerisch reif gestaltet haben.

Die erlebnismäßige Wirkung wird immer der Höhepunkt bleiben. Sie sollte nach sachlicher, reiflich überlegter Vorbereitung die Krönung der Behandlung sein. Dann wird es vermieden werden können, das künstlerisch gestaltete Fliegererlebnis zu zergliedern und zerpflücken. Um der tieferen Wirkung halber sollen die Erlebnisstunden wirklich einzelne Höhepunkte bleiben.

Über das Einzelgeschehen und Erleben hinaus muß man bei den älteren Schü-

lern (Oberstufe) zum Wesen und Kern der ganzen Fliegerpersönlichkeit vorzudringen und das Wesen des deutschen und des heldischen Menschen überhaupt zu fassen suchen und damit das Fliegerheldentum als Vorbild in weltanschaulicher Hinsicht herausarbeiten.

Von wie verschiedenen Seiten man die sachliche Besprechung des Stoffes anpacken kann, habe ich in den einleitenden grundsätzlichen Ausführungen angedeutet. Es ist in diesem Rahmen nicht beabsichtigt und nicht möglich, hier für die Gesichtspunkte das weitere Material zu bieten. Es ist in den zum Schluß besprochenen Büchern reichlich genug vorhanden.

Da unsere Schulen jetzt häufig mit einzelnen Klassen ein Landschulheim aufsuchen, um die Gemeinschaftserziehung zu pflegen, so empfiehlt es sich, gerade für diese Zeit den Luftfahrtgedanken in den Mittelpunkt der Arbeit zu stellen: Besuch eines Flugplatzes oder einer Flugübungsstelle, Modellbau, Modellfliegen, Flugphysik, Fliegererlebnisse und Entwicklung der Luftfahrt in sinnvollem, zweckmäßigem Wechsel.

Ich gebe als Anregung noch einen Arbeitsplan, den ein Amtsgenosse (Studienassessor Wörz) für seinen Unterricht in Quinta, Quarta und Untertertia aufgestellt hat. Ich führe die Beispiele absichtlich nicht weiter durch, um die Arbeitskameraden nicht zu bevormunden, um auch der vorhandenen reichen und guten Fliegerliteratur nicht Unrecht zu tun. Denn ein Vorschlag dieser Art kann natürlich nur Abschnitte aus einzelnen Büchern aufnehmen, die gerade so gut durch andere ersetzt werden könnten. Solche Zusammenstellungen muß jeder selbst machen und nach seinen besonderen Absichten und Neigungen persönlich auswählen. Einen Wegweiser durch die Literatur findet er am Schluß dieses Aufsatzes. Wünschenswert ist nur die Herausstellung eines bestimmten Gesichtspunktes für die jeweilige Behandlung.

## I. Der Segelflug.

1. Der Schneider von Ulm und einige andere Geschichten über das Fliegen (F. Karus). Schüler erzählen die Geschichten vor der Klasse. Hilfsmittel: Die schönsten Märchen vom Fliegen von Peter Supf (Stuffer, Berlin).
2. Der erste wirkliche Flug Lilienthals. Das Leben Lilienthals. Sein Todesflug. (Nach Supf, Das Buch der deutschen Fluggeschichte, mit reichem Bildmaterial, vgl. S. 34.)
3. Aufstieg des deutschen Segelfluges nach dem Kriege.
  - a) Bericht des Lehrers über die Anfänge und die augenblicklichen Rekorde. (Nach Brütting, Segelflug und Segelflieger, vgl. S. 35 und Friß Brand, Deutsche Jugend fliege, vgl. S. 38.)
  - b) Ein Schüler liest vor: Ein Tag in der Segelfliegerschule Wasseruppe. (Bunte Bücher: Jugend und Segelflug, Heft 246, vgl. S. 36.)
  - c) Ebenso: Der Fallschirm als Retter in der Not. (Jugend und Segelflug.) Für U III auch sehr lohnend: „Segelfliegerleben“ (Zirwas) aus dem Teubnerheft, vgl. S. 37. Und: Die Höchstleistungen in zwei Tagen, aus Jugend und Segelflug, S. 0.

4. Aus dem Leben zweier Segelflughelden:
  - a) Ferdinand Schulz
  - b) Heini Dittmar
 } (nach Brütting, s. o.).
- c) Kiedel mit dem Fasnir über den Pampas Argentiniens. (Jugend- und Segelflug, s. o.)
5. Aufsatz mit freier Auswahl aus folgenden Themen:
  - a) Beim Wettflug der Modelle.
  - b) Wie ich mein Modell baute.
  - c) Münchhausen als Segelflieger.
  - d) Der motorlose Flug im Jahre 2000.
6. Nach der Besprechung der Aufsätze als Abschluß der gute Aufsatz von Winkler: Was ich mit Flugmodellen erlebte. (Jugend und Segelflug, s. o.)

#### Arbeitsmittel für den Lehrer:

Peter Supf, Das Buch der deutschen Fluggeschichte (vor allem Bildmaterial!).

Peter Supf, Die schönsten Märchen vom Fliegen. (Stuffer, Berlin.)

Brütting, Segelflug und Segelflieger.

#### Für den Schüler:

Jugend und Segelflug, Bunte Bücher, Heft 246 und Deutsche Flieger in Krieg und Frieden, Teubner.

## II. Der Flieger.

1. Wieland, der Schmied, Teil aus Nils Holgersons wunderbarer Reise mit den Wildgänsen; Andersson, Der fliegende Koffer.  
Schüler erzählen.
2. Von den Gebrüdern Wright, Hans Grade und Igo Etrich (Rumpflertaube).  
Ein Flugtag im Johannistal im Jahre 1912 (nach Supf, Das Buch der deutschen Fluggeschichte).
3. Unsere Flieger im Kriege.
  - a) Überblick (nach Zimmermann, Kriegsfieger, Dürrs Vaterl. Bücherei, Heft 15/15a).
  - b) Erlebnisberichte. (Die Auswahl ist groß und bleibt jedem überlassen. Zu empfehlen sind die Bücher: Zimmermann, s. o., Deutsche Flieger im Krieg und Frieden (Teubner); Die Schriften von Haupt-Heydemarck in Eichblatts deutsche Heimatbücher 73 und 74 und Bunte Bücher, Heft 243, 244.)
  - c) Das Ende unserer Luftflotte 1918/19.
4. Besichtigung des Flughafens Berlin.
5. Die Verkehrsfliegerei.
  - a) Das Luftliniennetz (nach der Karte der Luftbansa).
  - b) Deutscher Weltluftverkehr (Westfalen und Schwabenland). (Teubner, Aufsatz S. 62, s. o.). Dazu Sammlung von Bildern und Notizen aus Zeitschriften und Zeitungen.
  - c) Weltberühmte Flüge: α) Über den Nordatlantik (nach Teubner, s. o., oder Der deutsche Amerikaflug, in Dürrs Vaterl. Bücherei), β) Vertram, Australienflug (Vortrag eines Jungen); γ) Elly Weinhorn usw.).
6. Praktische Kunde über das Luftwesen (eine Stunde).
  - a) Flugzeugtypen, vgl. Literaturangaben S. 23.
  - b) Luftsilhouetten (nach Bildmaterial aus der „Sirene“).
  - c) Die internationalen Flugabzeichen (nach Flugzeug in Sicht — Flugzeug erkannt! Verlag Bernard & Graefe, Berlin).

- d) Die Luftflotte der europäischen Staaten (Karten mit Bildbarstellung, vgl. S. 35).
- e) Die Höchsteleistungen in der Motorfliegerei. (Wertvolles Material auch in Ausschnitten aus der „Sirene“, „Luftwelt“, „Luftwissen“, vgl. Literaturnachweis auf S. 37 ff.)
- 7. Deutschlands neue Luftflotte und Deutschlands Luftabwehr. (Sammlung aus Zeitungen und Material vom RW.)
- 8. Aufsatz mit frei zu wählendem Thema:
  - a) Im Luftschuttkeller.
  - b) Scheinwerfer über Berlin (Nachtübung).
  - c) Auf einem Flugtag in Tempelhof.
  - d) In Tempelhof bei der Abfahrt einer Junkers usw.

### III. Das Luftschiff.

1. Die ersten Ballonaufstiege. Fesselballon im Kriege. Fallschirm. Lenkbare Luftschiffe.
2. Graf Zeppelin und sein Lebenswerk. (Besonders gut für die Hand des Schülers: Zeppelin. Kranzbücherei 14, Diesterweg.)
3. Der Zeppelin im Krieg. (Hervorragend das Büchlein in der Brunnenbücherei: Zeppelin im Krieg und Frieden und der Aufsatz in „Luftkämpfe deutscher Helden“, Hillger Bücher. Vgl. S. 35.)
4. Der Zeppelin nach dem Kriege:
  - a) Der Amerikaflug des Zeppelin (s. Brunnenbücherei).
  - b) Der Südamerikaverkehr (Vortrag nach dem Buch aus der Hillger Bücher).
  - c) Die Fahrt in die Arktis (Zusammenstellung aller Flugversuche in die Arktis in „Die Arktisfahrt des Grafen Zeppelin“ (Union Deutsche Verlagsanstalt).
5. Aufsatz: a) L. Z. 127 über Berlin.  
b) Wie ich den Zeppelin sah.

Für Fragen der Stilbildung, der literarischen Ausdrucksformen, der Wortbildung neuer bildlicher Ausdrücke und Redensarten einer „Berufssprache“ sind Fliegerbücher willkommener Ausgangspunkt.

Vor allem lassen sich bei sorgfältiger Auswahl und sorgfältigem Aufbau der Lektüre die Unterschiede und der allmähliche Übergang vom sachlichen Bericht zur erlebnishaften Schilderung und darüber hinaus zu einer mehr oder weniger bewußt geformten einfachen Kurzgeschichte oder Erzählung herausarbeiten. Auch die nach dem Charakter und der verfolgten Absicht so verschiedenartige Gestaltung eines Tagebuchs läßt sich besprechen. Im weiteren Zusammenhang ergibt sich von selbst ein Eingehen auf den Tagebuchstil, auf die Sprache des Berichts (Generalstabsstil), auf die Erlebnischilderung, die mehr oder weniger auf Stimmungsausmalung und Ausbreitung Wert legt. Eine letzte Grenzziehung zur bewußt-künstlerischen Formung ergibt sich schließlich bei der Behandlung der Arbeiten von Euringer, Scholz, Supf, Dinding usw. Vor allem bei den drei Letztgenannten läßt sich das Wesen der Novelle klar herausstellen.<sup>4</sup>

Die Zusammenstellung und Erörterung besonderer Ausdrücke der Fliegersprache wird den Jungen viel Freude machen und zugleich das Verständnis erschließen.<sup>5</sup>

<sup>4</sup> Vgl. Zeitschrift für Deutschkunde, 1935, Heft 8.

<sup>5</sup> Vgl. Schröder, Deutsche Flieger (Leubner) S. 73 ff., und Hoffstaetter, Luftfahrt im Deutsch- und Geschichtsunterricht (Volckmann) S. 38 ff.

Ich erwähne nur die Klärung der Ausdrücke „Franz“ und „Emil“, franzen und verfranzen. Während die Jungen sich über die Aufgabe des Flugzeugführers im allgemeinen klar sind, muß man ihnen die an den Beobachter gestellten Anforderungen doch gelegentlich schärfer umreißen.

„Der Fliegerbeobachter soll als Aufklärer das sichere Auge, als Kämpfer die scharfe Waffe der Truppenführung über die Reichweite der erdgebundenen Truppe hinaus sein und bei Kampfscheidungen und im Notfalle in den Erdkampf eingreifen.

Wer nicht ein starkes Herz, eine gute Lunge und ein scharfes Auge hat, wer keine gute und schnelle Beobachtungs- und Auffassungsgabe besitzt und nicht reflexartig sieht und daher in seinen Meldungen nicht unbedingt zuverlässig ist, wer zur Flugkunst seines Flugzeugführers und zur Sicherheit des Flugzeuges nicht das nötige Vertrauen fassen kann, ist zur Ausbildung als Beobachter nicht geeignet.

Als Rundschaffter hat er das Flugzeug dorthin zu lenken, wo er aufklären soll. Er muß also den Motor, das Flugzeug und seine Lenkung soweit kennen, daß er dem Flugzeugführer helfen und ihn im Notfalle ersetzen kann. Er muß die Leistungsfähigkeit des Flugzeuges kennen, um seine Aufträge damit in Einklang bringen zu können. Er muß mit den Bordinstrumenten, mit der Karte und mit dem Luftbilde, mit der Wetterkunde und dem Wetternachrichtendienst vertraut sein, um sicher zu orten. Er muß die Truppeneinheiten bei Freund und Feind, ihre Unterscheidungsmerkmale und ihre Kampfmethoden kennen, um richtig beobachten zu können. Als Leiter des Feuers von Ferngeschützen muß er Verständnis für die Artillerieschießkunst haben. Er muß zum Beweise und zur Ergänzung seiner Beobachtungen gewandt zu photographieren und die Aufnahmen richtig auszuwerten verstehen. Da die beste Beobachtung nichts nützt, wenn sie nicht rechtzeitig der richtigen Stelle gemeldet wird, muß er alle Übermittlungsverfahren von und nach dem Flugzeug, besonders das Funken beherrschen.

Als Kämpfer muß er die Bordwaffen genau kennen. Er muß sie sicher handhaben und im Falle des Versagens oder der Beschädigung schnell wieder instandsetzen können, so daß er den Widerstand feindlicher Flieger brechen oder einer Übermacht gegenüber sich durchschlagen kann. Nur dann ist es ihm auch möglich, mit Erfolg in den Erdkampf einzugreifen. Als Kämpfer muß er außerdem die Technik des Bombenabwurfs beherrschen.

Dazu eignen sich keine Stubenhocker, sondern Männer mit naturnahen Sinnen, die sich im freien Raume wohlfühlen, Kampfnaturen mit technischem und wissenschaftlichem Einschlage.“<sup>6</sup>

Da sind wir in einer solchen Fülle von sachlichen, technischen, wissenschaftlichen und gleich lebenswichtigen Fragen der Fliegerei, daß man sie mit einem Male gar nicht alle erledigen kann. So zeigt sich auch hier wieder, daß nur eine planmäßige Zeit- und Stoffeinteilung zum erwünschten Ziel führen kann.

Hier kommen auch schon die ganz verschiedenen Aufgabengebiete der Kriegsfliegerei zur Sprache. So gab es Aufklärungsflieger und Artillerieflieger, Infanterie- und Schlachtflieger, Jagdflieger und Bombenflieger. Nach ihren besonderen Aufgaben und Leistungen muß sich Bau und Leistung des Flugzeuges richten.

Leben aber bekommt das Flugzeug trotz der sinnvollsten maschinellen und konstruktiven Durchführung durch die Fliegerbesatzung. Wunderbar ist das enge Zusammenwirken von Flugzeugführer und Beobachter. Darum wird dieses Zusammenspiel der Kräfte als eine Fliegererei bezeichnet.

<sup>6</sup> Aus: „Fliegererlebnisse und Fliegergebnisse im Weltkriege“, von Friedrich-Karl Hublig. Verlag Deutsche Kulturwacht, Berlin-Schöneberg.

Der Geschichtsunterricht muß nun im besonderen die Leistung und Bedeutung der Fliegerwaffe im Weltkrieg und in den zukünftigen kriegerischen Auseinandersetzungen behandeln.

Während Frankreich das Flugzeug von vornherein schon lange vor 1914 für den Dienst in der Armee herangezogen und das Flugzeug mit allen seinen Verwendungsmöglichkeiten als Waffe ausgebildet hatte, stand die deutsche Heeresverwaltung der militärischen Verwendung des Flugzeuges ablehnend, zum mindesten abwartend gegenüber. So hatten die Franzosen bei Kriegsausbruch schon Übung und Erfahrung im Aufklärungsdienst, Artillerieeinschießen, Bombenwerfen und Photographieren feindlicher Stellungen und Truppenbewegungen. Kein Wunder, daß der französische Flieger zu Anfang des Krieges bis zum Beginn des Jahres 1915 die Luft beherrschte. Das erste Maschinengewehr schoß aus einem französischen Flugzeuge, während noch die deutschen Flieger unbewaffnet waren oder höchstens eine Pistole oder einen Karabiner hatten.

Auf diese Tatsache sollte man immer ausdrücklich hinweisen; denn abgesehen von den übrigen Beweisen wird auch hierdurch die Behauptung von der Kriegsschuld Deutschlands Lügen gestraft. Es bedurfte des ganzen Einsatzes unserer Techniker, Konstrukteure und Flieger, um den Vorsprung der Franzosen einzuholen, um die Achtung und das Vertrauen der eigenen Erdtruppe zur Luftwaffe zu schaffen. Auf dem Wege dieser Entwicklung ist die Neuerung entscheidend, die durch eine sinnvolle Koppelung von Maschinengewehr und Propeller es gestattete, vorne durch den Propellerkreis zu schießen. Erst mit dieser Neukonstruktion konnten die schnellen und wendigen Jagdeinsitzer gebaut werden, mit denen unsere berühmten Jagdflieger ihre Siege erfochten.

Die Entwicklung der Fliegerei zu einer selbständigen Luftwaffe, unter der einheitlichen Leitung ihres Luftfahrtministers Hermann Göring, müssen die Schüler überschauen.

Noch einige Zahlen: Mit Beginn des Krieges hatten wir 33 Fliegerstaffeln, ihre Zahl war gegen Kriegsende auf 206 gestiegen. An Luftschiffen haben wir während des Krieges 33 Zeppeline und 23 Schütte-Lanz-Luftschiffe gebaut. Mehr als alle Worte sprechen die Verlustzahlen für den heldischen Geist und Opfer Sinn unserer Fliegertruppe.

Wir verloren im Felde an toten und verwundeten Offizieren .....	4970 Mann
Unteroffizieren und Mannschaften	5030 "
In der Heimat verloren wir an toten und verwundeten Offizieren .....	1190 "
Unteroffizieren und Mannschaften	2990 "
Vermißt wurden .....	1370 "
	<u>zusammen: 15550 Mann</u>

Unsere Verluste:

an Flugzeugen, einschließlich der vermißten (etwa 1000).....	3130 Stück
" Luftschiffen (einschließlich 23 Marineluftschiffe) .....	40 "
" Fesselballonen durch Flieger .....	471 "
" " " Artillerie .....	75 "

Dem gegenüber stehen folgende Luftflieger unserer Luftstreitkräfte:

7425 Flugzeuge und 614 Fesselballone abgeschossen.

Durch die Fliegerabteilungen der deutschen Marine wurden heruntergeholt:

270 Flugzeuge, 6 Fesselballone, 2 Luftschiffe,

ein russischer Zerstörer, 4 Handelsschiffe, 3 U-Boote, 4 Schnellboote, 12 Fahrzeuge durch Bomben zerstört.

Unsere Flakbatterien erledigten: 1537 Flugzeuge und ein Luftschiff.

Bei der Behandlung der Nachkriegszeit müssen wir die enge Verknüpfung der Luftpolitik mit der Gesamtpolitik der Welt, auch der Verkehrs- und Wirtschaftspolitik herausstellen. Aus der Zwischen- und Mittellage Deutschlands ergeben sich da besondere Aufgaben, die schon angedeutet wurden (vgl. S. 21 ff.). Die folgende statistische Übersicht spricht für sich selbst; sie ist zu wichtig und bietet den neuesten Stand, soweit er faßbar ist.

Stand der Weltluftkrüftungen im Sommer 1937<sup>7</sup>

Land	Jagd- Flugzeuge	Auffklärungs- Flugzeuge	Bomber	Flugzeuge I. Linie	Mit Reserven
Frankreich .....	650	950	800	2400	5000
England .....	440	440	930	1810	4000
Italien .....	760	820	720	2300	3800
Polen .....	260	425	100	785	1550
Tschechoslowakei .....	260	240	150	650	1300
Sowjet-Rußland .....	2000	2000	2300	6300	9000
Finnland .....	75	40	25	140	180
Estland .....	18	40	4	62	100
Lettland .....	30	40	10	80	110
Litauen .....	35	35	10	80	110
Schweden .....	50	50	150	250	330
Norwegen .....	80	80	18	178	220
Dänemark .....	30	30	25	85	150
Belgien .....	135	170	10	315	520
Holland .....	90	147	63	300	500
Schweiz .....	75	235	—	310	330
Spanien .....			a. B. ungeklärt		
Portugal .....	50	150	45	245	260
Jugoslawien .....	150	250	180	580	810
Rumänien .....	200	230	60	490	810
Türkei .....	?	?	?	250	300
Vereinigte Staaten .....	450	1100	600	2150	3150
Japan .....	?	?	?	1500	2700

Wenn wir bedenken, daß der Versailler Gewaltfriede alle Kriegsflugzeuge, insgesamt 14000 Flugzeuge, 27000 Motore und fast eine Million Quadratmeter Hallenfläche vernichtete, so begreifen wir die ungeheure Leistung Adolf Hitlers und Hermann Görings, die in kürzester Zeit unsere Luftwaffe aus dem Nichts wieder aufgebaut und auf die beachtliche Höhe der Gegenwart geführt haben.

<sup>7</sup> Sämtliche Zahlen geben nur annähernd richtige Werte und sind laufend starken Veränderungen unterworfen. Die Flugzeugreserven sind geschätzt. Amtliche Angaben des Auslandes fehlen. Die meisten Staaten sind zur Zeit in einer neuen, noch nicht abgeschlossenen Welle der Luftaufrüstung begriffen. — In den Zahlen ist das See- und Kolonial-Flugwesen miteingerechnet. Die Zahlen sind nicht ohne weiteres miteinander vergleichbar wegen der unterschiedlichen technischen Leistungen der Kriegsflugzeuge.



Nach den Versailler Bestimmungen sollten auch die letzten Zeppeline an die Siegermächte ausgeliefert werden. Deutscher Luftschiffergeist hatte sich aber im Innersten dagegen aufgebläht. Sie wollten sich diesem schmachvollen Ansinnen nicht beugen und vernichteten sie lieber selbst. „Das Skapa Flow der deutschen Hochseeflotte zur Luft.“ Drei Zeppeline mußten dafür neu gebaut und abgeliefert werden, „Nordstern“ an Frankreich, die „Bodensee“ nach glänzendem Flug über die Alpen an Italien, „Z. R. III“ bezwang den Atlantik und ging in den Besitz Amerikas über. Doch an ihnen haftete kein Segen; zwei fanden unter fremder Führung bald ein unrühmliches Ende:<sup>8</sup> Die „Bodensee“ verbrannte, „Nordstern“ ging mit Mann und Maus im Mittelmeer unter.

Sollte nun damit der Luftschiffbau in Deutschland mit all seinen reichen Erfahrungen endgültig sein Ende gefunden haben? Dr. Eckener, der geniale, zähe Führer des Amerikafluges rief das deutsche Volk 1926 abermals zur Hilfe, zur Rettung des Zeppelinwerkes auf. Und das deutsche Volk fühlte und begriff die Verantwortung. Es ging um die deutsche Ehre und Freiheit und um das Brot vieler tüchtiger Arbeiter. Die Zeppelin-Eckener-Spende brachte zwei Millionen auf. Es konnte neu gebaut und weiter gearbeitet werden.

Heute zieht der deutsche Zeppelin wieder stolz und sieghaft seine Bahnen über die riesigen Ozeane, über die ganze Welt.

Unbeugsam deutscher Wille, ewig unbezwinglich deutsche Kraft, wenn das Volk einig hinter seinem Führer steht.

Wenn das Politische das besondere Merkmal unserer Zeit und die Aufgabe unserer Erziehung ist, wenn nicht die Wirtschaft in erster Linie Wesen und Sinn der Staatspolitik bestimmt, so ist das Flugzeug eine ganz und gar politische Maschine, so recht Ausdruck der Zeitenwende, an der wir stehen, Ausdruck des Willens zur Macht und Größe, des Willens zum Einsatz. Ich kann das nicht besser kennzeichnen als Hans Schwarz van Berk.<sup>9</sup>

„Der Flug stößt nicht nur in neue Dimensionen vor, er führt auch unser Denken in neue Räume, wo das Technische und erst recht das Ökonomische ihren Vorrang einbüßen müssen. Wie kein Instrument ist das Flugzeug fähig, uns über die Technik zu erheben . . .

<sup>8</sup> Dazu Hermann Köhl: „Worin ist das Geheimnis zu suchen, daß wir Deutsche immer auf diesem Gebiete Erfolge erringen, während alle anderen Völker Nackenschläge erleiden? Abgesehen davon, daß der Schöpfer des Luftschiffgedankens, Graf Zeppelin, ein Deutscher war, abgesehen davon, daß wir auf eine lange und erfolgreiche Tradition blicken können, liegt der wahre Grund tiefer. Er ist in unserem Lande im deutschen Menschen zu suchen. Schwäbische Beharrlichkeit hat den großen Menschheitsstraum des Luftschiffes einst verwirklicht. Die Zuverlässigkeit und Gründlichkeit des Menschen in Württemberg, der alte mit dem Werk auf Gedeih und Verderb verbundene Arbeiterstamm, der vom Luftschiffbau Friedrichshafen nicht zu trennen ist, und die bis ins Letzte durchgebildete, verantwortungsbewußte Besatzung. — Das ist das Geheimnis!“

<sup>9</sup> Vgl. seine Ausführungen in Westermanns Monatsheften Februar 1935, die ich im Auszug wiedergebe.

... Zu Maschinen von Masse gehören raffige Menschen.

Das Fliegen züchtet der neuen Zeit einen neuen Menschen, der wieder große Masse sieht und in sich trägt und der als erstes seinen ganzen bedingungslosen Einsatz mitbringt. . . . Was waren das für Männer, die sich aus den Gräben des Stellungskrieges davonmachten, um ihre tägliche Patrouille am Himmel zu haben, ihre tägliche Herausforderung des Todes! . . .

Das Flugzeug ist die sieghafte Maschine. Sparsam an Masse und Umfang, in der Gestalt dem Vogel gleich, also kosmischer, scheint es immer bei jedem neuen Start eigenbeseelt zu einer ganz neuen, nie dagewesenen kühnen Eroberung loszuströmen, ein Flügelpaar mit einem glühenden Herzen im Brustkasten . . .

Man entsinnt sich eines Wortes von Mussolini, der eine Maschine forderte, fähig, überall von der Landstraße in den Himmel zu steigen, von da ins Wasser hinabzufahren und sich wieder zu erheben — eine Maschine aller Elemente, da sie selbst schon das Element Feuer in den Explosionen des Motors besitzt . . .

Die Maschine hat dem Kapitalismus zu seinem rationalen Siegeszug verholfen. Sie hat ihm die Märkte erobert und die Zinseinkünfte potenziert. Nun hat das Flugzeug den Kapitalismus hinter sich gelassen, denn das Flugzeug dient ihm nicht mehr, es hat ihn sich dienstbar gemacht . . . Das Fliegen steht am Ende des Kapitalismus. Niemals hätte sich aus wirtschaftlichem Bedarf unsere Fliegerei entwickelt . . .

Da oben ist noch etwas, mehr als Stundenlohn und Rente, mehr als sichere Existenz oder feste Lebensstellung, da oben hinauf hat sich das urtümliche Leben selber geschwungen, und ihm gehören wir an! . . .

Das Flugzeug ist eine ganz und gar politische Maschine. Man begreife, was das heißt: es ist der Ausdruck eines neuen Machtwillens, der nicht mehr kapitalistisch auszurechnen ist. Die Metaphysik erlebt einen neuen Morgen. Das Technische ist keine Gewalt mehr, die den Menschen in Abhängigkeit bringt. Denn das Technische ist durch das Heroische in Dienst genommen. Das Heroische aber ist der Untergrund des Politischen.

Adolf Hitler ist der erste Staatsmann, der das Flugzeug zur Waffe gemacht hat. Ihm verdankt er den schnellen Sieg. Es war nach dem ersten Wahlgang zur Reichspräsidentenschaft, als seine Gegner jubelten, seine Gefolgschaft völlig entmutigt war, daß er den Entschluß faßte, seine Deutschlandflüge zu unternehmen. Mit der Präzision eines Generalstabsplanes rollte nun ein Wahlkampf ab, der aus der Luft geführt wurde. Überall im Lande strömten die Massen auf offenen Plätzen zusammen und warteten auf den großen metallenen Vogel, der plötzlich am Horizont erschien und den Mann brachte, der buchstäblich allgegenwärtig war. An manchen Tagen überflog er das ganze Reich, und der Gedanke, daß dieser Führer am Mittag in Ostpreußen, am Abend am Rhein, am nächsten Mittag bereits wieder in München sprach, rückte für alle das Reich aus einem geographischen Begriff zu einer lebendig spürbaren Einheit zusammen. Kein parlamentarischer Minister hatte jemals daran gedacht, seinen Befehlsbereich so zu durchmessen, keiner von ihnen hatte verstanden, die Phantasie des Volkes zu erregen, das nach stürmischer Kundgebung seinen Führer am dunklen Nachthimmel mit dem Licht seiner Maschine gleich einem lebendigen Funken entweichen sah, von dem man wußte, daß er zu neuer Tat davonflog.

Die energetische Ruhelosigkeit des politischen Mannes konnte keine tiefere Symbolik finden als: den Flug.“

Das Flugzeug — die politische Maschine, als Kennzeichen des neuen Lebenswillens der Nation, einer neuen allen gegenwärtigen völkischen Einheit, die Flugwaffe — die neue selbständige Luftarmee, als Ausdruck unserer nationalen Freiheit und Gleichberechtigung, zum Schutze unseres Lebensraumes und Volkshodens, Luftschiff und Flugzeug im Dienste des Verkehrs und der Wissenschaft, als

Künder unseres friedlichen Aufbauwillens, zur Stärkung deutschen Ansehens und deutscher Ehre in der Welt. — Luftfahrt in dieser Auffassung ist untrennbar verbunden mit dem Geist und der Haltung der deutschen Luftfahrtpioniere, der Kampfflieger des Weltkrieges und des nationalsozialistischen Menschen der Gegenwart: Kühner, unbändiger Tatwille, Zähigkeit und Opferbereitschaft, Mut, Kameradschaft und Vertrauen, alles auf dem Grunde heißer, inniger Liebe zu Führer, Volk und Vaterland.

Die Sage erzählt, Wieland, dem Kunstreichen Schmied, waren von seinem Feinde die Sehnen der Fesseln zerschnitten worden, damit er für immer an seine Werkstatt gefesselt bliebe und für seine Feinde ewig Frondienste leistete. — Da schuf Wieland sich Flügel und stieg hinauf in die Freiheit.

Auch dem deutschen Volke waren durch Versailles und undeutschen Geist die Sehnen zerschnitten, damit es ewig Frondienste leiste. Nun aber hat das neu geeinte Volk wieder Flügel erhalten. Der Führer hat ihm die Idee geschenkt, die es ganz erfüllt, zusammenschließt und sieghaft aufwärts zu neuer Höhe hinaufführt.

Der Mensch der neuen Ordnung wird in den Fliegern sein Vorbild und Beispiel finden. „Den jungen deutschen Fliegern leuchten in Nacht und Not fünf Eindrücke voran: Der August 1914, das Sterben der Jugend vor Langemarck, das Leben und Sterben Oswald Boelkes und Manfred v. Richthofens, der Tod Schlageters und der Geist des unbekanntenen Kämpfers im braunen Hemd. Sie werden ihr Blut daran setzen, um die Nation zu retten. Sie werden ihr Leben geben für das Leben der Nation. Hinter ihnen steht ein ebenso entschlossenes Volk, das alle Abwehrkräfte mobilisiert hat und zur ‚fliegenden Nation‘ werden will.“

Die „fliegende Nation“ ist kein Land, über dem Tausende und Abertausende von Motoren brummen und stöhnen, sondern ein Land, das die gekennzeichnete innere Haltung des echten Fliegertums zum allgemein verbindlichen Gesetz seines völkischen Lebens macht; damit hat dann das Wort auf dem Fliegerdenkmal der Wasserkuppe seine Erfüllung:

Volk, flieg du wieder, und du wirst Sieger durch dich allein.

Wenn wir so das Wesen und Ziel unserer Erziehungs- und Unterrichtsarbeit verstehen, so muß der gleiche Geist aus der Fliegerliteratur sprechen, die wir dazu heranziehen wollen.

### Wegweiser durch die Fliegerliteratur

Der folgende Wegweiser erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da mir manches nicht zugänglich war und weniger Brauchbares nicht berücksichtigt wurde. Die Ratschläge für Verwendung der Bücher ließen sich natürlich ausdehnen, ich halte sie aber für überflüssig, da die Gesichtspunkte, unter denen die Bücher verwertet werden können, herausgehoben sind, die Verbindung aber mit dem übrigen Unter-

richt jeder selbst bestimmen muß, um in seiner Arbeit organisch aufbauen zu können. Meinen Kameraden des Kollegiums, die mir bei der Besprechung getreulich halfen, danke ich hiermit herzlichst.

## 1. Bücher für den Lehrer zur Einführung und zur Gewinnung eines Überblicks

(auch für Schüler von Tertia an und für die Schülerbücherei)  
ferner zur Vertiefung auf den verschiedenen Gebieten der Luftfahrt.

Wer zu einem vollen Verständnis der Luftfahrtfragen und Fliegererlebnisse kommen will und soll, muß das Ganze in seiner Entwicklung und Verzweigung überschauen. Klarheit der Linien und knappe Herausarbeitung der entscheidenden Punkte und Ziele ist darum nötig.

Dieser wichtigen Aufgabe dienen folgende Bücher:

**J. B. Malina, Luftfahrt voran.** Mit etwa 170 Bildern. 1932. RM. 4.80.

**Bulf Bley, Volk flieg du wieder!** Mit 96 Kupfertiefdruckbildern. Gebunden 1933. RM. 5.80. Beide Bücher im Verlage Reimar Hobbing, Berlin SW 61, Großbeerstr.

**Gerhard Firwas, Deutsche Fliegerei.** Ein Appell an Deutschlands Jugend. Verlag R. Voigtländer, Leipzig. RM. 3.50. 1933.

**O. Winter und H. G. Schulze, Das Fliegerbuch der deutschen Jugend.** Enßlin & Laiblin Verlag, Neutlingen. RM. 3.—.

Lehrreich in übersichtlicher Gliederung. Führende Fachmänner berichten über Geschichte der Fliegerei, Flugsport, Verkehrsflug, Aufgaben der Luftfahrtindustrie und Forschung, über das Ringen um die deutsche Luftgeltung.

G. Firwas war Führer der bekannten Danziger Deutschlandsstaffel (1933) und wendet sich als Hf.-Führer insbesondere an die Fliegerjugend. Alle sind mit guten Bildern ausgestattet. Das „Fliegerbuch für die deutsche Jugend“ (vgl. oben) wählt den anderen Weg zu einem Überblick; es stellt geschickt wertvolle Abschnitte aus dem Schrifttum aller Luftfahrtgebiete zusammen.

**Joachim Matthias in „Unsere Flieger erzählen“.** Verlag Volkmann, Berlin-Charlottenburg. RM. 4.50.

Gut die geschichtliche Einleitung bis 1927 und die Selbstdarstellung Espenlaubs.

Der Lehrer tut gut, an Hand solcher Bücher sich diesen ersten Überblick zu verschaffen. Auch für Schüler von VIII ab zu empfehlen, notwendig für die Schülerbücherei.

**Peter Supf, Das Buch der deutschen Fluggeschichte.** Band I. Verlagsanstalt Hermann Klemm u. G., Berlin-Grünwald. RM. 15.—.

Die erste deutsche Fluggeschichte mit reichem Bildmaterial. Von der ältesten mythischen Geschichte unserer nordischen Heimat reicht Band I bis 1912. Sie will ein Volksbuch der deutschen Fluggeschichte sein, in der sich ein Stück nationaler Geschichte und nationalen Wesens widerspiegelt, ein Schicksalsdrama unseres Volkes, ein Denkmal für die Opfer ihres Wagemutes. Zuverlässige Forschung und künstlerische Gestaltung vereinigen sich.

Wichtig für jede Lehrerbücherei.

**Hilmer Jhr. v. Bülow, Geschichte der Luftwaffe.** Verlag Moritz Diesterweg, Frankfurt a. M. RM. 5.60.

Ein notwendiges Buch! Die Luftwaffe ist das zentrale Problem jeder modernen Wehrmacht geworden. Klar, eindringlich und zuverlässig werden die Aufgaben der Gegenwart und Zukunft aufgezeigt (bis 1933). Höhepunkte des Buches sind der gewaltige Aufstieg unserer deutschen Fliegerei während des Krieges, und der letzte Teil des Buches, „Die Luftwaffe nach dem Weltkrieg“.

Wichtig für Schülervorträge auf der Oberstufe und die Hand des Lehrers.

**Schulz/Bley, Luftarmeen ringsum!** Verlag Deutsche Kultur-Wacht, Berlin-Schöneberg, Mühlentstr. 3. In Ganzleinen RM. 3.—.

Auch in diesem Buche wird uns die Bedeutung der Luftwaffe als selbständige Luftarmee eindringlich nahegebracht; es zeigt die unter Einfluß der Luftpolitik betriebenen Luftaufrüstungen der Nachbarn. Ihre Zahlen und die Ergebnisse der Luftmanöver müssen durchschlagen.

Jeder Lehrer und Schüler muß sie kennen. Verwendung für Vortrag auf der Oberstufe. Beschaffung für die Schülerbücherei.

**Giulio Douhet, Luftherrschaft.** Drei-Masken-Verlag, Berlin. RM. 5.—

Die Übersetzung der militärpolitischen Schrift des 1930 verstorbenen italienischen Generals, in der die ausschlaggebende Rolle im künftigen Kriege der Luftwaffe zugewiesen wird. Die Luftwaffe ist die Angriffswaffe, darum Massenangriff in der Luft; Marine und Heer sind zur Defensiv bestimmt. Die Unterscheidung von Front und Heimat wird fallen, der Krieg erfasst alle und alles. Die Schrift führt diese These in allen Einzelheiten an einem angenommenen Beispiel eines Krieges Deutschland-Frankreich durch. Sie schließt mit der Schlacht im Luftkampf am 16. Juli 19... durch die der Krieg entschieden ist.

Zur Kritik vergleiche man dazu **Vauthier, Die Kriegsgeschichte des Generals Douhet.** Verlag Rowohlt 1935 und v. Bälow, **Geschichte der Luftwaffe** (s. vorher).

Vauthier zeigt, daß die neue Zeit durch die Entwicklung der Luftwaffe neues strategisches Denken verlangt. Er setzt sich sehr ernst und gründlich mit der Douhetschen These auseinander und beleuchtet weitere Probleme der neuzeitlichen Kriegsführung. Für den Lehrer sehr aufschlußreich; er sieht die überragende Bedeutung der Luftwaffe für die allgemeine Politik und die Sicherung der völkischen Lebensgemeinschaft.

Für Kriegsgeschichtlichen Vortrag in OI und Lehrerbücherei.

**Georg Brütting, Segelflug und Segelflieger.** Verlag Knorr & Hirth, München. RM. 5.60.

Für den Lehrer unentbehrlich! Die einleitenden Kapitel geben als Grundlage für das weitere Verständnis die notwendigen Begriffe und Fachausdrücke. Anschließend eine fesselnd geschriebene Entwicklungsgeschichte des Segelflugs. Eingeflochten sind Erlebnisberichte der großen Meister über ihre Rekordflüge (Höhepunkte des Buches). Die 13 Lebensläufe unserer großen deutschen Meister im Segelflug künden von zäher Energie und stählerner Willenskraft, sowie von ihrer unverbrüchlichen Kameradschaft und Gemeinschaftsarbeit für die große Sache des Segelfluges. Auch für die Schülerbücherei wärmstens zu empfehlen.

**Robert Knauf, Im Großflugzeug nach Peking.** Union Deutsche Verlagsgesellschaft. Berlin 1927. RM. 4.95.

Hat geschichtliche Bedeutung, da es der erste Weltflug der Deutschen Luft-Hansa ist, um die Möglichkeiten eines regelmäßigen Verkehrs auf der transsuralischen Weltluftlinie zu erkunden. Nur für Lehrerbücherei.

**Rudolf Scheibe, Die Verkehrsluftfahrt.** Verlag von Zahn & Haensch Nachfolger, Dresden 1931, bietet gute Übersicht und wertvolles Material.

**Otto Fuchs, Wir Flieger! Kriegserinnerungen eines Unbekannten.** Verlag von K. F. Roehler, Leipzig. RM. 2.85.

Die Kriegserinnerungen eines Unbekannten in frischer, stets fesselnder, spannender Darstellung, in witzig-humoristischem Ton und doch sehr ernst. Im zwanglosen Rahmen der Erinnerung kommen sämtliche Seiten der Kampffliegerei anschaulich zur Geltung (Nachflug, Geschwaderflugkämpfe, auch das Kasinoleben).

Für Lehrerbücherei.

**F. Thiede und E. Schmahl, Die fliegende Nation.** Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Stuttgart. RM. 4.80.

Das Buch versucht eindringlich und sachlich die Bedeutung des Fliegertums für unsere Zeit herauszuarbeiten. Es gibt zunächst aus der technischen Tatsachenwelt anschaulich gezeichnete, kenntnisreiche Bilder, zeichnet dann die Bestimmung und Aufgabe des Flugzeuges und umreißt abschließend die gestaltenden Kräfte, die vom Fliegertum aus an dem Menschen und der Ordnung unserer Zeit arbeiten.

Für die Hand des Lehrers und den Schüler der Oberstufe.

**Walter Hoffstaetter, Luftfahrt im Deutsch- und Geschichtsunterricht.** Verlag Volkmann G. m. b. H. Berlin-Charlottenburg 1935. RM. 2.—

Der Verfasser, bekannt durch seine deutschkundlichen Arbeiten, veröffentlicht hier im Augenblick der Drucklegung meines Aufsatzes eine Handreichung für die Deutsch- und Geschichtslehrer, die den Luftfahrtgedanken von Zeit zu Zeit in den Mittelpunkt ihres Unterrichts stellen müssen. Diese Aufgabe setzt nicht so sehr technische Kenntnisse voraus als einen Überblick über die Gesamtentwicklung auf den verschiedenen Gebieten und ein Vertrautsein mit den Persönlichkeiten, die sich als Pioniere für die Bewegung einsetzten, ein Eindringen in die sie bewegenden Kräfte, um sie nun ihrerseits wieder für die weltanschauliche nationalsozialistische Schulung zu verwenden. Diese Voraussetzung will das Büchlein schaffen. Es verbindet kurze Darbietung des Tatsächlichen mit methodischen Anregungen. Segelflug, Flug mit Motoren, Ballon und Fallschirm, lenkbare Luftschiffe, Märchen und Dichtung, Fliegersprache, — das ist die Gliederung des Stoffes. — Zur Vertiefung dieser Grundlegung wird man dankbar die dazugehörigen ausführlichen Büchernachweise begrüßen.

## 2. Klassenlektüre für die Unter- und Mittelstufe

**Brunnenbücher.** Auslieferung durch Limbarth-Benn, Wiesbaden, Kranzplatz 2. RM. 0.48:

**Zeppelin im Krieg und Frieden.** Heft 8/9.

Vorbildlich! Fesselnd und reichhaltig. Auch die unheimliche Afrikafahrt des L 59 findet man hier. — Von Sexta ab bis in die Oberstufe hinein sehr brauchbar.

**Hermann Göring.** Heft 29.

Ein kurzes anschauliches Lebensbild des Luftfahrtministers. Zum Schluß einige Erlebnisberichte aus der Zeit der Nichteisenerstaffel mit dem Bericht des kanadischen Fliegers über Nichteisener's Todesflug. — Ab Quarta.

**Bunte Bücher.** Verlag Enßlin & Laiblin, Neutlingen. Das Heft RM. 0.20:

**Haupt-Heydemark, Flieger an der Westfront.** Heft 243. Vgl. S. 39.

**Haupt-Heydemark, Balkanflieger.** Heft 244.

Erlebnisberichte, die sehr klar, anschaulich und spannend geschrieben sind.

**Jugend und Segelflug.** Heft 246.

Ein sehr brauchbares Büchlein. Recht lebendige, anschauliche Erlebnisberichte, mit denen sich ein Bild des Lebens und Schaffens der deutschen Segelflieger gut herausarbeiten läßt.

Schon ab Quinta zu verwenden.

**Dürs Vaterländische Bucherei,** Leipzig C 1, Querstraße 14. Das Heft RM. 0.40:

**Folkers und Fischer v. Poturzyn, Luftfahrt-Fibel.** Heft 45—49.

Eine Fibel, die in kurzer, sachlicher Weise über Luftfahrtgeschichte, Luft hansa, Militär luftfahrt berichtet. Für Vorträge von Schülern geeignet. Bietet viel Wissen über organisatorische und technische Einzelheiten, die den Jungen beschäftigen.

Ab U III.

**Krüger, Der Luftschuh.** Heft 24/25.

Eine kleine Luftschuhfibel mit allem Wissenswerten über dieses Gebiet, kurz und sachlich. Bei der Besprechung der Luftschuhfrage, soweit nicht Material vom RW. vorhanden, zum Nachlesen für den Schüler von O III ab ganz nützlich.

**Röhl, Der deutsche Amerikaflug.** Heft 16/17.

Der berühmte Bericht aus dem Buch „Unser Ozeanflug“ von Röhl, Fitzmaurice und Hühnefeld, der Hauptabschnitt der Fahrt wird hier geboten.

**Zimmermann, Kriegsflieger.** Heft 15/15a.

Wertvoll auch — neben den kurzen Erlebnisberichten — durch den Überblick über die Entwicklung der Fliegerei im Weltkrieg und die notwendigen sachlichen Erklärungen. Besonders für die Mittelstufe bis U II. Gute Berichte, um die verschiedenen Aufgaben der Flieger klarzustellen.

**Neutwig, Deutsche Flieger.** RM. 0.60.

Erlebnisse und Berichte aus Krieg und Frieden. Recht brauchbar.

Für Mittelstufe.

**Eichblatts Deutsche Heimatbücher.** Verlag Hermann Eichblatt, Leipzig. Das Heft RM. 0.35:

**Haupt-Heydemark, Luftkrieg im Westen.** Heft 73. Vgl. S. 39.

**Haupt-Heydemark, Leutnant von Eschwege.** Heft 74.

Im Heft 74 ist das tragische und ruhmverklärte Ende des „Ablers des Ägäischen Meeres“ dargestellt. Die Bücher sind illustriert und bieten eine ausgezeichnete Auswahl.

Klassenlektüre ab IV.

**Hermann Hillger Verlag,** Berlin W 9. Das Heft RM. 0.15:

**Zimmerer, Segelflug.** Heft 542.

Im ersten Teil in drei kleinen Aufsätzen das Wissenswerte über das Segelfliegen. Im zweiten Teil kurze Lebensläufe deutscher Segelflieger von Lilienthal bis Hirth, z. T. selbstgeschriebene Skizzen der Segelflieger. Der erste Teil könnte lebendiger gehalten sein.

**Weder, Der Mensch fliegt.** Heft 480.

Eine ganz kurze Fluggeschichte. Für allererste Einführung ausreichend.

**Luftkämpfe deutscher Helden.** Heft 119.

Spannende, gut ausgewählte Erlebnisberichte, zwei davon über Zeppelinsflüge.

Von Sexta ab zum Vorlesen.

**Köhl, Mit dem Zeppelin nach Südamerika.** Heft 504.

Krauzbücherei. Verlag Moritz Diesnerweg, Frankfurt a. M. Das Heft RM. 0.30:

**Garz, Der Graf Zeppelin.** Heft 114.

Sehr lebendig wird in diesem Büchlein die Lebensgeschichte des Grafen wiedergegeben. Für den Unterricht sehr brauchbar ab IV.

**Schaffsteins Blaue und Grüne Bändchen,** Verlag Hermann Schaffstein, Köln, Wadstr. 1. RM. 0.30:

**Unsere Flieger im Kriege.**

Kurzberichte und Erzählungen aus Zeitungen, die in der ersten Kriegszeit geschrieben sind. Die Kriegsberichtersteller waren selbst keine Flieger, schreiben aber unter dem unmittelbaren Eindruck ihrer Erkundigungen.

**Deutsche Flieger im Krieg und Frieden.** Zusammengefasst und erläutert von Dr. Hans Schröder. Druck und Verlag von B. G. Teubner, Berlin 1935. Vest.-Nr. 4701. RM. 0.75.

Eine Sammlung gut ausgewählter Erlebnisberichte deutscher Flieger. Die Anordnung bringt zugleich die allmähliche Entwicklung des Luftkampfes und die verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten des Flugzeuges klar zum Ausdruck. Wertvoll sind die zahlreichen Erläuterungen über Fachausdrücke und Besonderheiten der Fliegersprache.

Geeignet zur Klassenlektüre auf der Mittelstufe.

**Deutsche in der Luft voran!** Für den Schulgebrauch ausgewählt von Dr. Gustav Gräfer. Verlag Quelle & Meyer. Leipzig 1935. RM. 0.90.

Aus guten Fliegerbüchern sind mit Geschick geeignete Abschnitte zusammengestellt, die uns ein Bild von den bedeutendsten und bekanntesten Kriegsfliegern (vor allem Immelmann, Böcke, Richthofen, daneben Göring und Udet), den Weltfliegern Köhl und v. Gronau, von dem Geist und den Leistungen unserer Segelflieger geben.

Von IV oder VIII ab.

**Haupt-Hendemark, Fliegergeschichte.** Lesebogen Nr. 202. Verlag Velhagen & Klasing, Bielefeld.

Sehr geeignet als Klassenlesestoff ab VIII

**Peter Supf, Die schönsten Märchen vom Fliegen.** Verlag Stuffer, Berlin. RM. 3.40.

Anschaulich, frisch und lebendig.

Schon für Sexta zu empfehlen.

3. Fliegerbücher zum Vorlesen und für Berichte auf der Mittelstufe, ferner zur Beschaffung für die Schülerbücherei

- a) Segelflug | Sportfliegerei.
- b) Motorflug |
- c) Verkehrsflug, Luftschiff, Ballon, Fallschirm.
- d) Luftfahrt und Wissenschaft.
- e) Luftwaffe, Heldentum unserer Kampfflieger.

a) Segelflug

**Fritz Stamer, Zwölf Jahre Wasserkuppe.** Mit 64 Kupfertiefdruckbildern. Verlag Reimar Hobbing, Berlin SW 61. RM. 5.80.

Fritz Stamer hat als Leiter der Segelflugschule auf der Wasserkuppe den echten Rhöngeist mitschaffen geholfen: Zwölf Jahre voll ernst, schweren, doch immer wieder mutigen, hoffnungsfreudigen, stets kameradschaftlichen Schaffens am großen Werk der deutschen Segelfliegerei. Humorvoll und launig weiß Stamer den frischen, unbändigen Segelfliegergeist festzuhalten. Prachtvolle Kupfertiefdruckbilder lassen auch den Nichtflieger die Schönheiten des Segelfluges ahnen.

Geeignet zum Vorlesen einzelner Abschnitte schon in IV und VIII, im übrigen für Schülerbücherei sehr zu empfehlen.

**Paul Karlson, Segler durch Wind und Wolken.** Verlag Ullstein, Berlin SW 68. RM. 2.85

Das Buch gibt anschauliche Bilder aus dem Leben und Treiben der Segelflieger. Gleichzeitig erleben die Schüler ein Stück der Geschichte des deutschen Segelfluges mit und lernen unsere berühmten Segelflughelden kennen, ihre Großtaten, ihre Fähigkeit, ihr Ringen um neue Luftgestaltung.

Geeignet für Mittelstufe und die Schülerbibliothek.

**Günther Groenhoff, Ich fliege mit und ohne Motor.** Frankfurter Sozietätsdruckerei. 1932. RM. 1.20.

Die spannenden Erlebnisse des hochbegabten Motor- und Segelfliegers frisch und lebendig geschrieben. Er war 1929 Inhaber des Höhen- und Streckenrekordes für Zweiflüger, machte Forschungsflüge, wurde Versuchsflyer der Rhön-Rossitten-Gesellschaft, flog 1931 von München bis Raaden 272 km. Segelflug vom Jungfraujoch 3400 m, Flug mit der Röhlmachine, dem fliegenden Dreieck (Schwanzloser Typ). Zu früh, beim Wettbewerb auf der Wasserkuppe Juli 1932 stürzte er ab.

Für Mittelstufe zum Vorlesen. Schülerbücherei.

**Rolf Italiaander, So lernte ich segelfliegen.** Verlag Drell Fäßli, Zürich und Leipzig. RM. 3.80.

Geeignet als Lektüre zur technischen Einführung in die Grundbegriffe des Fliegens.

Schülerbücherei U III.

**Fritz Brand, Deutsche Jugend, fliege!** Aschendorffsche Verlagsbuchhandlung, Münster in Westfalen. 1936. RM. 1.50.

Der Verfasser, selbst Segelflieger und seit vielen Jahren Lehrer und Führer seiner Jungfliegerscharen wendet sich aus Erfahrung und Flugbegeisterung, aus Liebe zu seinem Erziehungsberuf an die ganze deutsche Jugend, um ihnen Herz und Sinne für echten Fliegergeist zu öffnen, um sie der Segelfliegerei zuzuführen, in der auch sie schon ihren Tatwillen beweisen und bewähren kann. Darum führt er sie mitten hinein in die Welt des Segelflugs, zum Nacherleben seiner Schönheit, in seine vielseitigen Aufgaben, seine technische und geschichtliche Entwicklung mit ihren unerhörten Leistungen, in Leben und Treiben der Flieger, die als Pioniere der Bewegung in harter Arbeit an sich, mit immer unbeirrbar jähem Willen, mit Opfermut und unbedingter Einsatzbereitschaft für die neue deutsche Luftgeltung Bahn brachen, ein Geist, der durch den Fliegerlaß der Kultusministeriums auch in allen Schulen heimisch werden soll: Lektüre Abschnitt: Luftfahrt und Schule. Reich bebildert, leider nicht auf Kunstdruckpapier, wahrscheinlich um den Preis möglichst niedrig zu halten.

Der billige Preis gestattet die Anschaffung für Schüler und Bücherei von Tertia ab.

#### b) Motorflug

**Koenig-Warthausen, Mit zwanzig PS und Leuchtpistole.** Deutsche Verlagsanstalt, Berlin W 35. Lützowstraße. RM. 4.80. — **Derselbe, Weiter mit 20 PS.**

Ein Jungflieger startet mit einer 20-PS-Klemmaschine zu einem kühnen Abenteuerflug durch Rußland und Persien. Spannend und reich an Erlebnissen werden die beiden Bücher in der Schülerbibliothek zu den Lieblingsbüchern der Jungen gehören. Koenig-Warthausen gewann mit diesem Flug den Hindenburg-Pokal, der für die beste fliegerische Leistung des Jahres mit einer Sportmaschine ausgeföhrt war. Von Karrache, der englisch-indischen Grenzstadt, setzt er nun seinen Flug um den zweiten Hindenburg-Pokal fort: über Indien, China nach Japan, Überfahrt über den Pazifik nach Amerika, Fahrt durch die Vereinigten Staaten. Persönliches Pech, in Texas fährt ein Auto in seine Droschke, als er gerade zum Flugplatz will. Die Spannung wächst! Wird er es doch noch schaffen?

**Marga v. Eydorf, Riel in die Welt.** Als deutsche Fliegerin über drei Erdteilen. Union Deutsche Verlagsgesellschaft. RM. 4.80.

Ein bewunderungswürdiger Aufstieg vom sportlichen Fliegen über den Verkehrsflug zu den Loopings und dem Rückenflug des Kunstfluges. Dann tut sich die Ferne auf, die junge Deutsche wird Weltfliegerin. Berlin—Konstantinopel, Berlin—Kanarische Inseln, Berlin—Tokio, gewaltige Flugleistungen, bei denen sie reichlich Lorbeeren sammelt für — ihr Vaterland. Auf dem vierten Weltfluge, dessen Ziel Australien war, wird der „Riel in die Welt“, ihre Junkersflugmaschine, bei einer Zwischenlandung in Aleppo beschädigt. Da geht sie freiwillig aus dem Leben. — Sie flog, „um den im Ausland lebenden Deutschen Grüße aus der Heimat zu bringen“. Nach Peter Sumpf ist es das persönlichste und urwüchsigste Buch fliegerischen Erlebens, das er kennt.

Von der Mittelstufe ab und für Schülerbüchereien.

**Eily Weinhorn, Ein Mädchen fliegt um die Welt!** Verlag Reimar Hobbing, Berlin SW 61.

Mit 64 Kupfertiefdruckbildern. In Ganzleinen RM. 5.80.

Diese Alleinflüge einer Frau sind eine unerhört kühne und schneidige Leistung. Auch sie wirkt und wirkt für Deutschlands Ansehen in der Welt. Die liebenswürdige, frische und selbstverständliche Art, mit der Eily Weinhorn ihre Fliegererlebnisse bei den Wilden fast aller Erdteile schildert, entspricht ganz der sympathischen Vortragsweise der Fliegerin, mit der sie sich für den Fluggedanken in der Heimat einsetzt. Sie weiß zu packen und zu fesseln, daß man das Buch in einem Zuge ausliest.

Für die Schülerbücherei besonders der Mädchenschulen.



## c) Verkehrsflug, Luftschiff, Ballon, Fallschirm

**Ernst Schäffer, Glück ab. Bahnbrecher der Lüfte.** Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Berlin SW 19. RM. 4.80.

„Bahnbrecher der Lüfte“ führt der Verfasser von Otto Lilienthal, Andrée, Zeppelin bis zu Eckener, Junfers, Lindbergh, Hinesfeld, Robile und Byrd in kurzgefaßten und lebendigen Lebensbeschreibungen vor. Gute Abbildungen unterstützen wirksam den Text. Da viele weite Flugreisen geschildert werden, lernt der Schüler auch manches Erdkundliche.

Geeignet für VII und die Oberklassen.

**A. Colsman, Luftschiff Voraus!** Deutsche Verlagsanstalt, Berlin W 35. 1933. RM. 5.75.

Colsman war seit der Katastrophe von Echterdingen der Berater des Grafen Zeppelin und dann bis vor kurzem Generaldirektor des Zeppelinkonzerns, den er selbst begründet hat. Dank dieser Verbundenheit, der eigenen reichen Erfahrung und persönlichen Sicherheit gibt er ein fesselndes, packendes Bild von dem Grafen und seinem Lebenswerk, vom Zeppelinluftschiff, seinen Aufgaben und Leistungen, der Entwicklung der Riesenflugzeuge und Dorniermetallbauten. Nur die Kraft und Fähigkeit eines eisernen Willens, die dem Grafen eigen war, konnte das schaffen. Kein Opfer war ihm zu groß, um sein Ziel zu erreichen. Die Anschaulichkeit der Darstellung ist vorbildlich, es lohnt sich, mit den Schülern die dafür angewandten Mittel aufzusuchen.

Für die Klassen von O II an und für Schülerbücherei.

**Alexander Bömel, Graf Ferdinand von Zeppelin.** Christl. Verlagsanstalt. Konstanz i. B. 6. Auflage. 1933. RM. 3.—.

Ein dem Grafen Zeppelin nahestehender Pfarrer gibt dessen Lebensgeschichte, daher mit stark religiösem Unterton. „Ein Mann der Tat“ ist der Leitgedanke der warmherzigen Darstellung. 16 Runddruckbeilagen begleiten den Text.

Zum Vorlesen einzelner Abschnitte in den Unterklassen.

**Fallschirm, Flugzeug, Zeppelin.** Frankh'sche Verlagshandlung, Stuttgart. RM. 2.—.

Wie sich Flugzeug und Luftschiff aus kleinen Anfängen entwickelt haben, und an welchen Zukunftsplänen die Techniker gegenwärtig arbeiten, will dies Buch aufzeigen. Hauptsächlich nach der technischen Seite gibt es einen wertvollen Überblick.

Geeignet für Schülerbücherei der Mittelklassen.

**Fischer von Poturzyn, Südatlantikflug.** Verlag Franz Eher Nachf. G. m. b. H. München 1934. RM. 4.—.

Nach einer geschichtlichen Einleitung von Dr. Heinz Drlovius über den transatlantischen Luftverkehr gibt der Verfasser eine eindrucksvolle Darstellung unseres Südamerika-Flugdienstes. Der „Brückenschlag“ der deutschen Luft Hansa über den Südatlantik im Rahmen der politischen und wirtschaftlichen Zusammenhänge, mit all den Schwierigkeiten und Hindernissen, die zu überwinden waren, mit der Einsatzbereitschaft aller Männer, die in zähem Ausbarren für deutsche Luftgeltung eintraten, erfährt eine vielseitige Würdigung. Deutschland, das Volk ohne Raum, braucht Wege „nach denjenigen außereuropäischen Ländern, zu denen schon jetzt die stärksten Wirtschaftsströme fließen. Deutsche Verkehrsluftfahrt mußte darum den Fußstapfen des deutschen Kaufmannes folgen“. Der wöchentliche deutsche Luftverkehr, abwechselnd Flugboot- und Luftschiffverbindung, ist heute eine Tatsache, die schon selbstverständlich erscheint und doch soviel Mühe und Opfer kostete. Die Westfalen (1933) und Schwabenland (1934) bilden die schwimmenden Flugstützpunkte zwischen Bathurst und Natal. Gerade darum ist das Wissen um die Entwicklung so reich und erzieherisch wertvoll.

Für Bericht von VII ab und Schülerbücherei.

**Fischer von Poturzyn, Afrika von oben.** Union Deutsche Verlagsgesellschaft. RM. 5.80.

Ein wertvolles Buch in der Hand des Erdkundelehrers. Zunächst wird der 10000-Kilometer-Flug der drei Ju 52 Maschinen dargestellt. Es folgt eine wertvolle wirtschaftspolitische Betrachtung über Südafrika. Fast alle brennenden Fragen des modernen Südafrikas, auch in seinen Beziehungen zu Deutschland, werden gestreift.

## d) Luftfahrt und Wissenschaft (vgl. weitere S. 43)

**Wolfgang von Gronau, Im Grönland-Wal.** Mit 48 Bildern. Verlag der Reimar Hobbing G. m. b. H. in Berlin SW 61, Großbeerensstraße 17. RM. 5.80.

Der Untertitel „Dreimal über den Atlantik und einmal um die Welt“ umreißt kurz den Inhalt. Gronau sucht neue Verkehrswege nach Amerika. Wir erleben die Abenteuer dieser Weltflüge, bereichern unser Wissen und bewundern Schneid und Fähigkeit des Flugzeugführers und seiner Kameraden. Es soll die Jugend zu gleichem Tatwillen anspornen. Vorbildlich in seinem knappen, klaren, doch eindrucksvollen Berichtstil. Der Verfasser weiß bei aller Kürze und Sachlichkeit zu fesseln und die Spannung je länger desto mehr zu steigern. Ausgezeichnete Bilder.

Geeignet für Vortrag ab VII und Schülerbücherei.

**Gunther Plüschow, Silberfondor über Feuerland.** Ullstein N.-G. Berlin. RM. 2.85.

**Gunther Plüschow, Segelfahrt ins Wunderland.** Ullstein N.-G. Berlin. RM. 2.85. Vgl. S. 43.

e) Luftwaffe, Heldentum unserer Kampfflieger (vgl. weitere S. 42)

**Ernst Schäffer, Pour le mérite. Flieger im Feuer.** Union Deutsche Verlagsgesellschaft. Berlin SW 19. RM. 4.80.

Enthält eine Reihe von knapp, frisch und anschaulich geschriebenen Darstellungen des Lebens und der Taten unserer großen Kriegsfieger (Boelcke, Immelmann, Köhl, Loerzer, Freiherr v. Richthofen, Udet u. a.). Mit 16 Abbildungen. Es wird mit Erfolg „versucht, jene eigentümliche Atmosphäre zu erfassen, die in der deutschen Kriegsfiegerei geherrscht hat“, diese ganz besonders hoch entwickelte Kameradschaftlichkeit und Ritterlichkeit, auch dem besiegten Feinde gegenüber.

Das Buch kann von O III ab verwendet werden, geeignet für Schülerbücherei.

**Georg Paul Neumann, In der Luft unbefiegt.** J. F. Lehmanns Verlag, München. RM. 4.50. Neumanns Buch ist eine der besten Sammlungen von Berichten unserer Kriegsfieger über ihre Taten und Erlebnisse während des Weltkrieges. Der Lehrer, der für seine Jungen etwas zum Vorlesen sucht, wird immer wieder nach diesem Buch greifen. Kameradschaftsgeist, Wagemut, Todesverachtung, Aufopferung sprechen aus diesen erschütternden Aufzeichnungen, die den Luftkampf in allen Einzelheiten festhalten und die wechselreichen und verantwortungsvollen Aufgaben des Fliegers anschaulich schildern.

Von der Mittelstufe ab zu verwenden, darf in keiner Schülerbücherei fehlen.

**Peter Kampf, Luftabenteuer.** Verlag Herbert Kanzler, Berlin-Friedenau. RM. 3.—.

Fesselnd und lebendig geschrieben. „Vor allem vom fliegerischen Standpunkt aus endlich einmal eine wirkliche und natürliche Darstellung des Fliegergeschehens,“ so Hermann Köhl. Lebenswahr, echt in Gesinnung, bedeutet das Buch auch ein Erlebnis für unsere Jugend, bei der es Begeisterung für den Geist und die Taten unserer Kampfflieger und Luftschiffer weckt.

**Haupt-Hendemark, Fliegerabteilung 17.** „Das Hohelied der Kameradschaft.“

**Haupt-Hendemark, Flieger im Westen.** Ehrung seines Flugzeugführers, Feldwebel Engmann.

**Haupt-Hendemark, Feldflieger über Mazedonien.** Luftkämpfe und Siege gegen zehnfache englische Übermacht.

Verlag Bernhard & Graefe, Berlin. Je RM. 3.75.

Der große Erfolg der Haupt-Hendemarkschen Fliegerbücher ist Beweis für die Lebendigkeit und Schwingkraft, die den Leser mitreißen. In ihrer Frische so recht etwas für unsere Jungen. Kameradschaftlicher Geist, Treue, Ritterlichkeit, Schneid und Hingabe können ihre Wirkung nicht verfehlen.

Schon für Mittelklassen gut zu verwenden. Gehören in jede Schülerbücherei.

**Horst Frhr. von Buttlar, Zeppeline gegen England.** Amalthea-Verlag. Zürich-Leipzig-Wien. RM. 2.85.

Der Verfasser setzt hier seinem Vorgesetzten, dem Fregattenkapitän Peter Strasser, „dem Führer der Luftschiffe“ im Weltkrieg ein ehrendes, bleibendes Denkmal. Er gibt uns dabei ein lebendiges Bild von der Leistung der Zeppelinluftschiffe, dem Geist ihrer Besatzung und ihrer Führer, „vom Anfang mit Schrecken“ bis zum „Scapa Flow der deutschen Luftflotte“.

Schon für die Mittelstufe geeignet und für die Schülerbücherei.

**Rolf Marben, „Ritter der Luft“. Zeppelinabenteuer im Weltkrieg.** Verlagsbuchhandlung Broschek & Co., Hamburg. RM. 4.—.

Frisch geschriebene Berichte von Marineluftschiffen über ihre Erlebnisse im Weltkrieg. Spannend, auch lehrreich, leicht zu lesen. Schon für VIII zu verwenden.

Das Bildmaterial ist bescheiden.

**Werner v. Langsdorff, Flieger am Feind.** Verlag C. Bertelsmann, Gütersloh 1934. RM. 4.40.

70 deutsche Luftfahrer erzählen von Aufklärungsflügen, Zeppelin-Englandfahrten und Luftkämpfen: ergreifende, erschütternde Berichte. „Möchte das Buch in den Kreisen der Hitler-Jugend den alten Fliegergeist wieder lebendig werden lassen“ (Ritter v. Schleich). 83 Bilder, meist unbekannt Originalaufnahmen, begleiten den Text.

Zum Vorlesen von Tertia ab und für die Schülerbücherei.

**Friedrich-Karl Hublik, Fliegererlebnisse und Flugergebnisse im Weltkrieg.** Verlag Deutsche Kultur-Wacht, Berlin-Schöneberg. RM. 2.—.

Sehr anschauliche Berichte, die durch vorzügliche Luftbilddaufnahmen ergänzt werden.

Der Schüler der Mittel- und Oberstufe erhält ein eindringliches Bild des Luftkrieges und der Aufgaben des Flugzeugführers und Beobachters.

Für Mittelstufe und Schülerbücherei.

**Jimmelmann, „Der Adler von Lille“.** Verlag von R. F. Koehler, Leipzig. RM. 2.85.

Den Adler von Lille nannten die Engländer unseren Kampfflieger Jimmelmann. Der Bruder veröffentlicht hier seine Feldpostbriefe an die Mutter, der er von jedem einzelnen seiner Erfolge berichtete. 13 Monate hatte er die absolute Luftpheerschaft im Abschnitt der 6. Armee. Trotzdem bleibt er schlicht und bescheiden, immer begeistert und erfüllt von seiner großen Aufgabe. Seine Einzelkämpfe bildeten die Grundlage für die spätere Taktik der deutschen Jagdflieger. Er fiel am 18. Juni 1916. Auch seine Feinde ehrten ihn ritterlich, indem sie einen großen Kranz an einem Fallschirm hinter unserer Front herabsenkten.

Ab VII für Berichte und Schülerbücherei.

**Johannes Werner, Boelcke.** Der Mensch, der Flieger, der Führer der deutschen Jagdfliegerei.

Verlag von R. F. Koehler, Leipzig. RM. 4.50.

Die Heldengestalt Boelckes, des Begründers der deutschen Jagdfliegerei, hinterläßt tiefen Eindruck. Die außerordentliche Persönlichkeit des jungen Volkshelden, der Kämpfer und Mensch, muß mit diesem Buche schon den Schülern der Mittelklasse nahegebracht werden.

**Manfred Freiherr von Richthofen, Der rote Kampfflieger.** Verlag Ullstein, Berlin. RM. 2.85.

Hermann Göring: „Ein Heldebuch, der rote Kampfflieger, in dem er selbst uns von seinen Taten so einfach und bescheiden, wie er war, berichtet: ein Buch, das für uns ein Sinnbild der besten Tugenden des deutschen Volkes ist und bleiben soll: deutsche Tapferkeit, Ritterlichkeit und Vaterlandsliebe. — Manfred Freiherr v. Richthofen nicht nur Deutschlands, sondern der Welt größter Kampfflieger.“ Er fiel am 21. April 1918 nach 80 Luftsiegen über dem Schlachtfeld an der Somme.

Für jede Schülerbücherei. Vorlesen einzelner Abschnitte schon in den Mittelklassen.

**Hermann Köhl, Bremsklöße weg! Deutsches Leben und Sieben Stäbe-**Verlag, Hamburg.

RM. 4.80.

Eine Beurteilung des Dzeanbezwingers erübrigt sich. Für ihn spricht allein seine Tat, sein Wollen und Können. Alles gibt und wagt er für die Idee deutscher Luftgeltung. So echt, voll Wucht und Schwung ist auch sein Buch. „Atemraubende Luftkämpfe hinter knatterndem Maschinengewehr, rettende Sturzflüge aus der Meute feindlicher Jagdflieger, phantastische Nachtflüge in Großbomben über den Dächern von Paris, die Flucht durch Feindesland, die bangen Stunden in der einmotorigen Bremen über den Atlantik.“ Ein ganzer Mann!

Zum Vorlesen, zu Vorträgen ab IV, für Schülerbücherei.

**R. Bodenschlag, Jagd in Flanderns Himmel.** Verlag Knorr & Hirth, München. RM. 3.60.

Das Helbenepos des ersten und berühmtesten Jagdgeschwaders Richthofen, das zuletzt Hermann Göring führte. Heroisch die Haltung, „ein Heldenlied von hehrer Pflichterfüllung, glühender Vaterlandsliebe und bis in den Tod getreuer Kameradschaft.“ Die stolze Geschichte des unbesiegten Ringens gegen hoffnungslose Überlegenheit. Der Verfasser hat als Adjutant das Leben, Streiten und Sterben des Jagdgeschwaders Richthofen miterlebt. Er ist jetzt als Oberst der Chef-Adjutant u. Chef des Stabsamtes des R. d. L. und Ob. d. L.

Das Buch gehört in die Hand jedes Lehrers und aller Schüler.

**Ernst Udet, Mein Fliegerleben.** Verlag Ullstein, Berlin 1935. RM. 4.80.

Als blutjunger Kriegsfreiwilliger kommt Udet zu den Fliegern. Erstaunlich ist sein Aufstieg vom Anfänger, der unglückliche Brüche erlebt, zum Führer einer Richthofenschen Staffel. 62 Abschüsse bezeugen unerhörtes fliegerisches Können und unerschrockenes Draufgängertum. Erschütternd sind die Kapitel, wo Persönlichkeit und Geist Richthofens lebendig hervortreten. — Die Nachkriegserlebnisse, insbesondere solche auf Filmexpeditionen, sind vorteilhaft kurz gefaßt, aber auch voll von männlicher Art und teilweise von großer Schönheit der Schilderung. Zahlreiche Bilder vertiefen den starken Eindruck des Buches. — Udet's Buch gehört mit zum Besten, das unserer männlichen Jugend in die Hand gegeben werden kann.

Geeignet für Bericht und Schülerbücherei ab VII.

**Martin Sommerfeld, Hermann Göring.** Verlag E. S. Mittler & Sohn, Berlin SW 68. RM. 1.50.

Ein Lebensbild unseres Luftfahrtministers, des ehemaligen Kommandeurs des Richthofen-Jagdgeschwaders, des unermüdeten Kämpfers für das Dritte Reich. Mit knappen, sicheren Strichen gezeichnet. Die unerhörte Kraft und Energie dieses Mannes, seine glühende Vaterlands- und Einsatzbereitschaft zwingen zur Achtung und Liebe.

Geeignet zum Vorlesen in den Mittelklassen, gehört in jede Schülerbücherei.

## 4. a) Gemeinsame Fliegerlektüre auf der Oberstufe:

**Peter Supf, Der Tod der Flieger.** Verlagsbuchhandlung Philipp Neclam jun., Leipzig, Inselstraße. RM. 0.35.

Bei einer Fliegerstaffel im Westen. Eine Erzählung, die tiefen, menschlichen Einblick in das Kameradschaftsleben einer Fliegerstaffel gewährt. Besonders wertvoll, weil hier eine künstlerische Arbeit eines Kriegsflegers vorliegt.

Für die Oberstufe.

**Wolfgang von Gronau, Wie ich fliegen lernte.** Verlag Neclam. RM. 0.35.

Sehr zu empfehlen als Lektüre für Schüler der Oberstufe ab VII. Eine sehr lebendige und fesselnde Darstellung der Ausbildung eines Fliegers mit seinen persönlichen Erlebnissen. Auch in sachlichen Fragen sehr aufschlußreich.

**Wilhelm von Scholz, Die Pflicht.** Paul List Verlag, Leipzig. RM. 0.75.

Die Begebenheit während eines amerikanischen Flottenmanövers im Pazifik zu einer straffen, formvollendeten Novelle gestaltet. Eine fesselnde Lektüre für die Oberstufe.

b) Fliegerbücher für die Oberstufe zur Vertiefung der unter 3 genannten Gesichtspunkte durch Berichte, Vorträge des Lehrers und Schülers, sowie durch private Lektüre (Schülerbücherei)

**Hermann Röhl, Dennoch empor.** Verlag Gerhard Stalling, Oldenburg i. D. RM. 1.20.

Die Leistungen deutschen Geistes und Schaffens, das Heldentum unserer Flieger und Pioniere der Luftfahrt sind knapp und sachlich, doch in so reizvoll künstlerischer Gestaltung gewürdigt, daß man das Büchlein in der Hand jedes Lehrers und Schülers wünschen möchte.

Ab VII.

**Heinrich Hauser, Ein Mann lernt fliegen.** S. Fischer Verlag, Berlin. RM. 4.50.

Ein Buch, das in anschaulicher Weise und mit sprachlicher Gestaltungskraft in die Welt des Fliegens einführt. Die feinsten Einzelheiten aus der Tätigkeit und dem Erlebnis des Fliegers werden aufgezeigt und so dargestellt, daß sie über das persönliche Erlebnis hinaus als gültig und wertvoll empfunden werden. Selbst der Late fühlt sich so allmählich in die Welt des Fliegers hinein und faßt Begeisterung.

Für jede Schülerbibliothek unentbehrlich.

**Peter Supf, Flieger sehen die Welt.** Verlag Dietrich Reimer, Andrews & Steiner, Berlin 1935. RM. 3.—.

„Dieses Buch ist so schön, so fromm, so wachsam und so stark, so voll echtem Fliegergeiste, daß man es immer wieder zur Hand nimmt.“

Noch nie hat der Flug durch Wolken und über Wolken, im Nebel und im Gewitter eine solche Schönheitstrunkene Schilderung erfahren, noch nie sind die Wunder der Luft und der tausendfachen Veränderungen und der ständigen Wechsel unterworfenen Anblick der Erde und des Wassers mit solcher Meisterschaft dem Leser nahegebracht worden, wie in dem vorliegenden Werk.“

Für die Prima, Schüler- und Lehrerbücherei.

**H. Hoffmann, Flügel.** S. Fischer-Bücherei. RM. 1.50.

Eine völlig der schöpferischen Phantasie des Künstlers und Segelfliegers entsprungene Dichtung von hoher Schönheit. Der alte Ikarusmythos ersteht wieder, Naturverbundenheit und sieghafter Stolz des Fliegers und Elementebesiegers durchdringen sich.

Für Schülerbücherei der Oberstufe.

**Hans Bertram, Flug in die Hölle.** Drei-Masken-Verlag, Berlin 1933. RM. 4.80.

Die Aufzeichnungen Bertrams über seine Atlantikexpedition sind für unsere Jungen von bleibendem Wert. Sie erhalten hier ein leuchtendes Beispiel deutscher Tatkraft und deutschen Wagemutes. Besonders schön ist in diesem Buch das hohe Lied der Freundschaft und der Kameradschaft. Gerade darin bewähren sich die beiden Flieger in dem furchtbaren Kampf um ihr Leben 53 Tage hindurch, in denen sie in Australiens Wüste herumirren.

Ein schönes Seitenstück deutschen Schrifttums und Lebens zu dem Tagebuch des berühmten Kapitäns Scott.

Ab VII.

**Hermann Köhl, Jahmes E. Fikmaurice, E. G. Freiherr von Hünefeld, Unser Ozeanflug.** Union Deutsche Verlagsgesellschaft. Stuttgart. RM. 4.—

Die drei Flieger, denen 1928 der erst Ostwestflug über den Ozean mit der Bremen gelang, geben hier eine fesselnde Schilderung ihres Fluges und erzählen zugleich von ihrem früheren Leben. Aus dem Leben: Hindernisse beim Start — Ausweichen vor Regen und Schnee — der Öltankdefekt — In Todesgefahr in Nebel und Kälte — Die Sterne als Wegweiser — Über menschenleerem Land — Rettung. — Die drei Berichte ergänzen sich glücklich. Im ganzen ein wertvolles Buch, das uns die Flughelden auch menschlich recht nahe bringt.

Geeignet für Schülerbücherei der Oberstufe.

**Ernst Sorge, Mit Flugzeug, Galtboot und Filmkamera in den Eisjorden Grönlands.** Drei-Masken-Verlag A.-G., Berlin N 24, Friedrichstraße. RM. 4.80.

Nur für die Oberklassen, da es ziemliche Anforderungen an den jugendlichen Leser stellt. — Besondere Betonung des Kameradschaftlichen. Nicht nur menschlich sehr fesselnd, sondern auch außerordentlich lehrreich: geographisch, ethnographisch, zoologisch, technisch. — Gute Bilder, die nicht nur unterhaltend sind, sondern wissenschaftlichen Wert haben. Prachtvolle Flugbilder, Skizzen, Zeichnungen, Diagramme. Einblick in die Filmarbeit. Trotz des volkstümlichen Tones fast ein wissenschaftliches Werk.

Für Vortrag in I und Schülerbücherei der Oberklassen.

**Dr. E. Kohl-Larsen, Die Arktisfahrt des „Graf Zeppelin“.** Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Berlin SW 19. RM. 4.80.

Ein Erlebnisbericht von Dr. Kohl-Larsen, der die Arktisfahrt als Arzt mitgemacht hat. Er läßt seiner Begeisterung für dieses große Erlebnis bei der Niederschrift freien Lauf, so daß die Fahrt höchst anschaulich wiedererlebt. Dabei werden auch Fragen technischer und wissenschaftlicher Art berührt, von der ausführlichen Beschreibung der Ausrüstung bis zu den wissenschaftlichen Aufgaben und Ergebnissen der Expedition.

Für Bericht in I und Schülerbücherei.

**Carl Hanns Pollog, Junkers, ein Held deutscher Arbeit.** Verlag Carl Reißner, Reichensbach/DL. RM. 3.75.

Neben dem Grafen Zeppelin steht als zweite, starke Persönlichkeit Professor Hugo Junkers, dessen Erfindungsgabe, Energie und zielbewußtem Schaffen über alle Schwierigkeiten hinweg die deutsche Luftfahrt so vieles verdankt: Großflugzeuge und Ganzmetallflugzeugbau, „Bremen“ und „Europa“, Stratosphärenflugzeug, Flugzeugverwendung für Schädlingsbekämpfung, Schwerölflugzeugmotorenbau usw. Dadurch ist sein Name zugleich mit der Organisation großer Teile des Weltluftverkehrs verbunden, in die wir auf diese Weise selbst Einblick gewinnen.

Sehr geeignet für Vortrag auf der Oberstufe. Schülerbücherei.

**Die Kapitäne Christiansen.** Nach Logbüchern erzählt. Verlag von E. S. Mittler & Sohn, Berlin 1933. RM. 4.80.

Wir erhalten von dem Verfasser aus persönlicher Kenntnis und auf Grund der Logbücher ein frisches, inhaltreiches, packendes Bild von Friedr. und Karl Christiansen und ihren Erlebnissen in allen Weltteilen vor und in dem Kriege. Aus eigener Tüchtigkeit arbeiten sie sich empor. Ihre Erlebnisse sind zugleich Taten: Tatenfreudigkeit, Kühnheit, Entschlossenheit, zäher Wille, hohes Können, alles auf dem Grunde heißer Vaterlandsliebe, das kennzeichnet diese Männer. Karl durchbrach die Blockade Ostafrikas. Friedr. wurde mit dem Pour le mérite ausgezeichnet, er war später Kommandant des DO X.

Für die Oberstufe.

**Italo Balbo, Fliegerschwärme über dem Ozean.** Verlag Rowohlt, Berlin 1933. RM. 6.80.

Neben weniger fesselnden Kapiteln enthält dieser Bericht Schilderungen voll dramatischer Spannung. Insbesondere ist die riesige Schwierigkeit, in dunkler, regnerischer Nacht im Gesschwaderflug den Ozean zu kreuzen, eindrucksvoll dargestellt. Auch die vielen technischen Einzelheiten werden viele interessieren. Es bietet Gelegenheit zu wertvollen völkerpsychologischen Vergleichen.

Das Deutsch der Übersetzung ist gut. Geeignet für Bericht in der Prima und Schülerbücherei.

**Gunther Plüschow, Die Abenteuer des Fliegers von Tsingtau.** Meine Erlebnisse in drei Erdteilen. Ullstein A.-G. Berlin. RM. 2.85.

**Gunther Plüschow, Silberkondor über Feuerland.** Ullstein A.-G. Berlin. RM. 2.85.

**Gunther Plüschow, Segelfahrt ins Wunderland.** Ullstein N.-G. Berlin. RM. 2.85.

**Isot Plüschow, Gunther Plüschow, Deutscher Seemann und Flieger.** Ullstein. Berlin 1933. RM. 5.80.

Die Gestalt Gunther Plüschows, Soldat, Flieger und Forscher, Latensch und Kämpfer, voll innigster Liebe zu seinem Vaterland, wird mit seinem heißen jungen Herzen, seinem ungefümmten Lebenswillen und Latendrang immer deutsche Jugend begeistern. Seine Lebenskameradin Isot hat ihm mit dem „Bild seines Lebens“ ein herrliches Denkmal gesetzt.

Aus seinen Büchern einige inhaltliche Andeutungen:

Bei Kriegsausbruch in Ljüingtau erfolgreiche Aufklärungsflüge, Flucht über Amerika, in englischer Gefangenschaft, nochmalige Flucht und Heimkehr. — Einige Jahre nach Kriegsende, die für ihn schwer genug waren, Vermaerpedition, Segelfahrt ins Wunderland. — Dann Fahrt nach Südamerika, Besuch der dortigen Auslandsdeutschen; aufregende, gefahrvolle Forschungsflüge über Feuerland; zuletzt in die Nordilleren Patagoniens. Kurz vor seiner Landung am 28. Januar 1931 findet er den Tod.

Die Verfasserin wendet sich an die deutsche Jugend: „Gestaltet Euer Leben wie er ... Die Krone des Lebens ist die Tat.“

Für Weltanschauungsunterricht auf der Oberstufe sehr ergiebig. Schülerbücherei.

**Rudolf Stark, Die Jagdstaffel unsere Heimat.** Verlag von R. F. Kochler, Leipzig. RM. 2.85.

Mit packender Anschaulichkeit schildert der Verfasser die schweren Fliegerkämpfe seiner Jagdstaffel und ihre Eigenart während des letzten Kriegsjahres gegen eine immer größer werdende Überzahl der Gegner; ein richtiger Draufgänger, dabei von echter Ritterlichkeit und feinem Naturempfinden. Die Kameradschaft der Staffel ist ihm zur Heimat geworden.

Für Vortrag in OI und Schülerbücherei.

**Richard Euringer, Fliegerschule 4. Buch der Mannschaft.** Verlag Albert Langen/Georg Müller, München 1933. RM. 3.60.

Schilderung eines eilig hergestellten Schulungslagers, in dem in kürzester Zeit der Fliegerschwarm heranzubilden ist. Aber das militärisch-technische bleibt im Hintergrunde. Euringer, der Träger des Stefan-George-Preises, schreibt vielmehr das „Buch der Mannschaft“. Aus der zufällig zusammengewürfelten Schar einzelner entsteht eine Mannschaft, in der mannhaftc Werte unbedingt gelten. Kameradschaft, Gehorsam, Gerechtigkeit halten sie eifern zusammen. Unvermerkt quillt uns das aus der künstlerischen Darstellung der Gesehnisse entgegen mit der wichtigen Eindringlichkeit, wie sie nur Selbsterlebtes vermitteln kann.

**Johannes Werner, Briefe eines deutschen Kampffliegers an ein junges Mädchen.** Verlag von R. F. Kochler, Leipzig. RM. 4.—

Das Buch gibt einen tiefen Einblick in das Schicksal zweier kraftvoller junger deutscher Menschen. Leutnant Böhme war der Freund Voelckes und sein Nachfolger in der Führung der Jagdstaffel. Als Kämpfer wagemutig und ritterlich, in seiner Liebe zu einem echten deutschen Mädchen groß und zart. Sein schwerstes Erleben — der Zusammenstoß mit der Maschine seines Freundes Voelcke, der dadurch tödlich abstürzte. Er selbst fiel als Ritter des Pour le mérite nach 24 Luftsiegen.

Für die Schülerbücherei der Oberklassen, einzelne Abschnitte zum Vorlesen.

## Nachtrag für die 2. Auflage<sup>1</sup>

Für die Lehrerbücherei empfohlen:

**P. Supf, Fluggeschichte.** Bd. II. Verlag H. Klemm N.-G., Berlin. RM. 20.—

**Jahrbuch der deutschen Luftwaffe.** Breitkopf & Härtel, Leipzig. RM. 3.—

**10 Jahre deutsche Luftansa.** Jubiläumsschrift.

**Der erste Flug über den Mount Everest.** Von der Houston Mount Everest Expedition 1933. Verlag S. Fischer, Berlin W 57. RM. 7.50.

**Alfons Paquet, Fluggast über Europa.** Ein Roman der langen Strecken. Verlag Knorr & Hirth, München. RM. 5.80.

<sup>1</sup> Aus Raummangel kann die inzwischen erschienene Literatur nur kurz angeführt und für ihre pädagogisch-methodische Verwendung gruppiert werden.

- V. D. J. Sonderheft „Luftfahrt“.** Verlag V. D. J., Berlin W 35. RM. 3.20.
- Dr. Walther Pahl, Die Luftwege der Erde.** Hanscatische Verlagsanstalt Hamburg. RM. 3.80.
- Möller, Geschichte der Ritter des Ordens Pour le Mérite im Weltkrieg.** 2. Bd. Bernard & Graefe, Berlin.
- Georg W. Feuchter und Richard Schulz, Das Kriegsflugzeug.** Sammlung Göschen Nr. 1108. Verlag de Gruyter & Co., Berlin W 35. RM. 1.62.
- G. Feuchter, Luftwaffe der Gegenwart.** Mittler & Sohn, Berlin. RM. 2.—.
- Dr. Emil Mertens, Flieger-Abteilung (A) 235 im Weltkrieg.** Kriegstagebücher. Verlag Bernhard Sporn, Zeulenroda (Thüringen). RM. 5.—.
- Auch für Schülerbibliothek der Oberstufe.
- H. Geyer, Deutschlands Luftfahrt und Luftwaffe.** Sammlung Göschen Nr. 1107. Verlag de Gruyter & Co., Berlin W 35. RM. 1.62.
- Auch für Schülerbibliothek.
- Datsch-Lehrmitteldienst, Luftfahrt.** Datsch-Lehrmitteldienst, Berlin. RM. 3.20.

## Für Schülerbücherei empfohlen:

- Karl-Theodor Haanen, Jungens am Himmel.** Verlag Carl Reißner, Dresden. RM. 3.80.
- Major a. D. Otto Lehmann, Der Flieger, vom Jungvork zum Waffenträger im Dritten Reich.** Verlag Gerhard Stalling, Oldenburg i. D. RM. 3.20.
- v. Langsdorff, Flieger und was sie erlebten.** Verlag Bertelsmann, Gütersloh. RM. 4.40.
- v. Langsdorff, Flieger am Feind.** Verlag Bertelsmann, Gütersloh. RM. 4.40.
- Belzig, Hals über Kopf.** Fallschirmabsprünge. Franck'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. RM. 3.20.
- E. M. Pfeiffer, Fahren und Fliegen.** Franck'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. RM. 6.50.
- J. Poeschel, Ins Reich der Lüfte.** Verlag Voigtländer, Leipzig. RM. 4.80.
- Heer, Flotte und Luftwaffe.** Herausgegeben von der deutschen Gesellschaft für Wehrpolitik und Wissenschaft. Verlag Dr. H. Kiegl, Berlin SW 68. RM. 3.—.
- H. Kürbs, Die Deutsche Luftwaffe.** Ein Bildwerk. (Aufbau, Gliederung und Aufgaben der deutschen Luftwaffe.) Verlag Junker & Dünhaupt, Berlin 1936. RM. 3.30.
- W. v. Roederer, Das fliegende Heer.** (Eine Geschichte der deutschen Luftwaffe in epischer Darstellung.) Verlag Koehler & Amelang, Leipzig. RM. 4.80.
- Erich Killinger, Flucht um die Erde.** Verlag Ullstein, Berlin SW 68. RM. 2.—.
- Malina-Orlovius, Deutschland fliegt.** Verlag Reimar Hobbing, Berlin. RM. 5.80.
- W. Hochberg, Segelflug.** Verlag Limpert, Berlin SW 68. RM. 2.65.
- Anders, Flugmodellbau.** Verlag Quelle & Meyer, Leipzig C 1. RM. 2.—.
- Unter flatternden Fahnen.** Bd. 4. Verlag Deutscher Wille, Berlin.
- R. Italiaander, Segelflug in aller Welt.** Reclam, Leipzig. RM. —.35.

## Für Klassenlektüre bzw. Vorträge auf der Oberstufe:

- Ludwig F. Gengler, Rudolf Berthold, Sieger in 44 Luftschlachten, erschlagen im Bruderkampf um Deutschlands Freiheit.** Verlag Schlieffen „Geist von Potsdam“. Berlin SW 11. RM. 3.—.
- Joachim Seegert, Jungs, Propeller und Motoren.** Verlag Hanns-Jörg Fischer, Berlin. RM. 3.90.
- Auch für die Mittelstufe.
- Richard Evelyn Byrd, Mit Flugzeug, Schlitten und Schlepper.** Verlag F. A. Brockhaus, Leipzig. RM. 9.50.

## Für Klassenlektüre bzw. Vorträge auf der Mittelstufe:

Kolf Italiaander, *Erlebnisse beim Segelflug*. Verlag Neelan jun., Leipzig. RM. —.35.  
 H. Orlovius, *Flieg, Deutscher Adler — flieg!* Unten Deutsche Verlagsgesellschaft, Stuttgart.  
 RM. 4.80.

Auch für die Unterstufe.

W. Guldenspennig, *Wir fliegen für Deutschland*. Mittler & Sohn, Berlin. RM. 2.—.  
 Firwas, *Flieger der Heimat*. Verlag Voigtländer, Leipzig. RM. 3.90.  
 O. Kumbach, *Der Klarus von Ulm*. Verlag Gerhard Stalling, Berlin W 35. RM. 3.50.  
 Gustav Braclik, *Unter Stahlhelm und Fliegerhaube*. Verlag Duden, Kassel. RM. 3.60.  
 R. Th. Haanen, *Flieger vor die Front*. Mittler & Sohn, Berlin. RM. 2.80.  
 Wienrich, *Luftfahrer voran!* Franck'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. RM. 4.80.  
 Klaus Selter, *Sonnensegler*. Verlag H. Langen-G. Müller, München. RM. —.50.

## Für Klassenlektüre der Unterstufe:

Grote, Quar, *der Bruchpilot*. Franck'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. RM. 3.20.  
 J. Grabler, *Die Kette*. Verlag Thiemeemann, Stuttgart. RM. 3.20.  
 F. Oeverfeldt, *Ein Junge, drei Weltrekorde*. Verlag Fleischhauer & Spohn, Stuttgart. RM. 2.50.  
 W. v. Gronau, *Im Flugboot nach Amerika*. Verlag F. Schneider, Leipzig. RM. 1.50.  
 Arnold Hagenbach, *Pilot Ter*. Verlag Allstein, Berlin SW 68. RM. 2.80.

Auch für die Mittelstufe.

J. Längendorj, *Der Zeppelinjäger von York*. F. Schneider Verlag, Leipzig W 31. RM. 1.30.  
 Jungflieger Abteilung Sindelfingen, *Verwegene Burschen fliegen*. Mittler & Sohn, Berlin.  
 RM. 2.—.  
 Wilhelm Spiegel, *Glück ab. Ein Büchlein vom Fliegen*. Verlag Ewald Ebel, Halle. RM. —.15.



# Luftbild und Unterricht

Von Erich Ewald

## I. Allgemeines

Das Luftfahrzeug hat die Möglichkeit gegeben, die Erdoberfläche von einem neuen ungewohnten Standort zu betrachten und hierdurch neue Anschauung und Kenntnis zu gewinnen. Der Blick von einem überhöbenden Punkt, von einem Berge oder Aussichtsturm gewährt einen Überblick über die Landschaft. Aber wir bleiben an die Erde gebunden. Von einem festen Standpunkt sehen wir ein Rundbild. Der Sehwinkel ist flach, die Fernen verkürzen sich perspektivisch und verschwinden im Dunst und Nebel. Die Erfassung des Gesamtorganismus, die Einordnung der Einzelheiten in das Gesamtbild, das Erkennen ihrer Grundformen ist nicht leicht.

Demgegenüber befreit das Luftfahrzeug von der Erde. Die Höhe läßt sich beliebig auf mehrere 1000 m steigern. Wir erreichen dadurch eine weite Übersicht und können schräg in das Gelände hinein, steil hinunter und senkrecht darauf schauen. Das Land liegt wie eine Flurkarte vor unseren Augen ausgebreitet. Wir erkennen die Aufteilung der Flächen nach Wäldern, Wiesen, Äckern, Fluß- und Seengebieten, die Geländegestaltung nach Erhebungen und Senkungen, die Bauten der Menschen in Siedlungen, industriellen und ingenieurtechnischen Anlagen. Dieses Bild ist ungemein einprägsam und läßt die charakteristischen Erscheinungsformen in der Landschaft wie in den menschlichen Werken erkennen. Es zeigt deren Grundrißform, aber darüber hinaus ihre Einordnung in das umgebende Gelände, ihre organische Verbundenheit durch Entwicklung aus den örtlichen Gegebenheiten oder das beziehungslose Nebeneinander durch mechanisches Hineinstellen.

Zu dem anschaulichen Übersichtsbild aus der Höhe tritt der dauernde Wechsel, der durch die Bewegung des Luftfahrzeuges gewährt wird. Schnell nacheinander sehen wir die verschiedenen Formen der überflogenen Gebiete in Landschaft und Siedlung, und die Möglichkeit des Vergleichs läßt die Unterschiede und damit besonders lebendig die charakteristischen Erscheinungsformen erkennen. Jeder Flug über Land ist nicht nur ein immer wieder erfreuendes Erlebnis, sondern darüber hinaus auch ein Hilfsmittel zu einem umfassenden und vertieften Kennenlernen unseres Landes.

Es ist somit sicherlich wünschenswert, das Luftfahrzeug für unterrichtliche Zwecke mit auszunutzen. Dieses ist auch bereits geschehen. Mehrfach sind Studienflüge insbesondere für Lehrer veranstaltet worden, um ihnen nach Vorbereitung an Hand von Karten und Luftbildern von der zu überfliegenden Strecke ein eindrucksvolles und umfassendes Bild von einem bestimmten Gelände zu geben. Hierbei ist darauf Bedacht zu nehmen, daß nicht ein beliebiger Streckenflug ausgeführt wird, sondern

daß nach vorheriger Besprechung mit dem Flugzeugführer möglichst ein geschlossenes Gebiet überflogen wird, das je nach den besonderen Unterrichtsfächern und Interessen der Teilnehmer auszuwählen ist. Es sind hierbei geographische, geschichtliche, siedlungskundliche oder auch bau- und vermessungstechnische Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Zweckmäßig ist es, daß der Studienflug an Hand von Karten verfolgt wird, um ein Zurechtfinden zu üben und den Vergleich zwischen Wirklichkeit und zeichnerischer Darstellung zu ermöglichen; ferner daß der Leiter während des Fluges die erforderlichen Hinweise den Teilnehmern gibt. Die Grundsätze für die Durchführung einer Studienwanderung auf der Erde gelten auch für einen Studienflug.

Es ist aber nur im beschränkten Umfange möglich, derartige Flüge zu veranstalten. Als Ersatz tritt die Aufnahme vom Luftfahrzeug ein, die das Gesehene festhält und im photographischen Abzug oder in weiterer Verarbeitung als Vergrößerung, Luftbildplan, als Diapositiv oder Veröffentlichung eine ruhige Betrachtung und Durchforschung oder eine Veranschaulichung für einen größeren Kreis ermöglicht. So ist das Luftbild ein wichtiges Lehrmittel geworden.

## II. Technische Herstellung und Verarbeitung

Einige Bemerkungen über die technische Herstellung und die weitere Verarbeitung von Luftaufnahmen seien vorangeschickt. Die Eigenschaften des Luftbildes ergeben sich aus den technischen Hilfsmitteln, die seiner Herstellung dienen, der photographischen Kammer und dem Luftfahrzeug. Durch die photographische Aufnahme wird die Wirklichkeit naturwahr wiedergegeben, die Erdoberfläche anschaulich und lebendig mit allen Einzelheiten dargestellt. Als Luftfahrzeug kommt heute in erster Linie das Flugzeug in Betracht. Der Freiballon hat für die Entwicklung des Luftbildwesens wertvolle Dienste geleistet. In der Zeit vor dem Kriege sind die wichtigsten photomechanischen, photooptischen und photochemischen Geseze erkannt und entwickelt worden. Zahlreiche Aufnahmen sind vom Ballon aus gefertigt für wissenschaftliche Zwecke und auch als Erinnerung an die gehabte schöne Fahrt. Diese sind vielfach bereits in den Dienst des Unterrichts gestellt worden, und auch heute noch ist der Freiballon wegen seiner ruhigen Lage im Luftmeer und der langsamen Bewegung über Grund für die Herstellung von Luftaufnahmen wohl geeignet. Dasselbe gilt für die Lenkluftschiffe, von denen aus zahlreiche Aufnahmen, insbesondere gelegentlich der großen Weltfahrten und der Arktisexpedition des Luftschiffs „Graf Zeppelin“, gefertigt worden sind, die hohen wissenschaftlichen und unterrichtlichen Wert haben. Die besonderen Eigenschaften des Flugzeuges machen dieses jedoch für die Luftbildtätigkeit vornehmlich geeignet. Es gestattet rasch beliebige Höhen zu erreichen und diese auch einzuhalten, wodurch ein einheitlicher Maßstab in den Aufnahmen erreicht wird. Die Lenkbarkeit des Flugzeuges läßt jeden beliebigen Punkt ansteuern und ihn in der Richtung unter dem Neigungswinkel aufnehmen, der für die charakteristische Erfassung des Objekts erforderlich

ist. Vor allem aber wird dadurch ermöglicht, ein Gelände planmäßig zu überfliegen und es lückenlos mit Aufnahmen zu decken, was für die systematische Geländeaufnahme, für vermessungstechnische oder wirtschaftliche Zwecke von besonderer Bedeutung ist. Die Schnelligkeit des Flugzeuges gestattet ein rasches Überfliegen und damit die Festhaltung von rasch wechselnden Veränderungserrscheinungen. Seine Beweglichkeit läßt endlich auch das Überfliegen von unwegsamen und unzugänglichen Gebieten zu, die für eine örtliche Begehung schwierig sind.

Zusammenfassend läßt sich sagen: Gegenüber der typisierenden abstrakten Darstellung der Karte gewährt das Luftbild eine naturwahre und anschauliche Zeichnung und zeigt Einzelheiten, deren Wiedergabe in der Karte nicht möglich ist. Beide Darstellungsarten der Erdoberfläche schließen sich gegenseitig nicht aus. Sie ergänzen sich vielmehr und werden nebeneinander mit Nutzen verwendet.

Die Aufnahmen werden mit Fliegerkammern hergestellt, die eine für den Gebrauch im Flugzeug bedingte Ausgestaltung erfahren haben. Verwendet werden lichtstarke Objektive, da die Aufnahmen wegen der schnellen Bewegung über Grund in Bruchteilen von Sekunden (höchstens  $\frac{1}{100}$ ) ausgeführt werden und häufig Gelbfilter zur Ausschaltung der bei den großen Entfernungen auftretenden bläulichen Strahlenbrechungen vorgeschaltet werden müssen. Objektiv und Platte sind durch ein starres Gehäuse aus Holz oder Metall verbunden. Bei den großen Entfernungen liegen alle aufzunehmenden Gegenstände innerhalb der Unendlichkeitsgrenze. Sie werden also in der Brennebene scharf abgebildet. Eine besondere Einstellung auf Mattscheibe kommt nicht in Frage. Suchereinrichtungen sind angebracht, um das aufzunehmende Objekt genau anvisieren zu können. Für die einfachen Fliegerkammern werden Vorhangverschlüsse mit Schliß, für die Meßkammern Zentralverschlüsse verwendet.

Man unterscheidet einfache Fliegerhandkammern, mit denen freihändig über Bord des Flugzeuges photographiert wird, und Reihenbildkammern, die in der Regel im Flugzeug eingebaut sind. Die Fliegerhandkammern dienen in erster Linie für die Herstellung von Ansichts- und Übersichtsaufnahmen, wobei Neigungs- und Richtungswinkel von dem Beobachter gewählt wird. Die Reihenbildkammern dienen für die planmäßige Geländeaufnahme. Sie sind im Flugzeug aufgehängt, so daß Senkrechtaufnahmen mit lotrecht gerichteter Achse oder mit geringen Abweichungen vom Lot, die sich durch Schwankungen im Flugzeug ergeben, hergestellt werden. Hierfür wird heute ausschließlich der Film verwendet wegen seines geringeren Gewichtes und wegen des selbsttätigen Ablaufs während des Aufnahmeporgangs. Diese Geräte sind für Meßzwecke eingerichtet. Durch festes Anpressen der Kassette an den Anlegerahmen und durch vollständige Planlegung des Films ist gewährleistet, daß die optische Achse senkrecht auf dem Schichtträger steht, daß die Entfernung zwischen Schichtträger und Objektiv gleich der Brennweite ist, und endlich sind an dem Anlegerahmen Marken angebracht, deren Verbindungslinien im Schnittpunkt den Hauptbildpunkt, d. h. den Durchstoßpunkt der optischen Achse durch den Schichtträger

ger geben. Als Gerät für die planmäßige Geländeaufnahme dient heute vornehmlich die Reihenbildmeßkammer von Zeiß mit einer Brennweite von 21 cm, einem Bildformat von 18/18 cm. Die Kassette faßt 55 m Film, der für 285 Aufnahmen ausreicht. Die Aufhängung ist so eingerichtet, daß durch Gummipuffer, Stahlfedern oder ähnliche Einrichtungen die Vibration des Motors auf das Flugzeug ausgeschaltet werden.

Durch die Schrägaufnahme ist eine Verzerrung in der Geländewiedergabe bedingt. Der Vordergrund wird in geringer Entfernung, also im großen Maßstab dargestellt, während in zunehmender Entfernung der Maßstab kleiner wird. Auf der rechteckigen Platte wird somit eine trapezförmige Gelände­fläche abgebildet, deren Größe mit dem flacher werdenden Neigungswinkel gegen die Horizontale wächst. Weitere Nachteile der Schrägaufnahme liegen darin, daß ferner liegende Gegenstände im Dunst und Nebel verschwinden und nicht mehr klar erkannt und gedeutet werden können. Außerdem verdecken hochliegende Gegenstände das hinter ihnen liegende Gelände. Man kann sagen: je flacher der Neigungswinkel, desto größer die aufgenommene Fläche, desto geringer aber auch die Verwertbarkeit. Demgegenüber hat die Schrägaufnahme den Vorteil der Darstellung großer Flächen, was für Übersichtsaufnahmen von Wert ist, und der besonderen Anschaulichkeit, weil alle Gegenstände dreidimensional nach Länge, Breite und Höhe dargestellt werden. Durch eine Senkrechtaufnahme wird nur eine begrenzte Gelände­fläche aufgenommen, diese aber im größtmöglichen Maßstab und damit in deutlichster Auszeichnung. Eine Überdeckung durch hochragende Gegenstände kann bei der senkrechten Draufsicht nicht eintreten. Endlich sind Senkrechtaufnahmen maßhaltig und können zu größeren Übersichtsbildern aneinandergereiht und mit Karten unmittelbar in Vergleich gestellt werden.

Es ist nicht möglich, eine bestimmte Höhe während des ganzen Fluges und damit einen bestimmten Maßstab einzuhalten, wie wir ihn von den Karten her gewohnt sind. Desgleichen werden sich infolge Schwankungen des Flugzeuges stets geringe Abweichungen der Kammerachse von der Lotlinie ergeben, die Verzerrungen im Bilde oder in der Aufnahme verursachen. Es müssen also die einzelnen Aufnahmen entzerrt, d. h. auf einen bestimmten Maßstab umgebildet und in die Horizontalprojektion so übertragen werden, als ob sie mit lotrecht gerichteter Achse aufgenommen sind. Dies geschieht mit Hilfe von Entzerrungsgeräten in Umkehrung des Aufnahmevorgangs. Die Entzerrungsgeräte ähneln den Vergrößerungsapparaten. Sie werden mit lotrecht gerichteter Achse gebaut und sind mit Lichtquelle, Kondensator und Objektiv ausgerüstet. Als Auffangeschirm dient ein Reißbrett. Die Einstellung auf den Maßstab wird durch Veränderung der Entfernung zwischen Objektiv und Reißbrett bzw. zwischen Objektiv und Negativ erreicht. Die Umbildung in die Horizontalprojektion geschieht durch Neigung des Reißbretts entsprechend dem Neigungswinkel bei der Aufnahme. Die Entzerrung wird durch Einpassen des Negativs in Entzerrungsunterlagen, die auf dem Reißbrett angebracht werden vor-

genommen. Als solche dienen Meßtischblätter, Katasterkarten und ähnliche Planunterlagen, koordinatenmäßig bestimmte oder sonst eingemessene Punkte, zum Teil auch Markierungen im Gelände, die eingemessen und mitphotographiert werden. Die entzerrten Bilder werden aneinander gereiht und unter Fortnahme der sich überdeckenden Teile auf Sperrholzplatten aufgeklebt, so daß sich ein völlig maßhaltiger „Luftbildplan“ ergibt, dessen Genauigkeit der der Karte entspricht. Die Luftbildpläne werden heute in das Netz des Reichsamts für Landesaufnahme, insbesondere in das Netz der deutschen Grundkarte 1 : 5000 eingepaßt, so daß hierdurch die Grundlage gegeben ist, ein Bildplanwerk entsprechend dem Kartenwerk zu schaffen. Die einzelnen Originalluftbildpläne werden reproduziert, so daß jederzeit weitere Abzüge gefertigt werden können.

Die Luftbilder geben ein Gelände nur flächenhaft wieder, so daß die Geländegestalt mit ihren Erhebungen und Senkungen nicht immer einwandfrei erkannt werden kann. Dies gilt im besonderen für die Senkrechtaufnahmen, bei denen nur durch die Licht- und Schattenwirkung Rückschlüsse auf die Geländeform möglich sind. Hierbei sind aber irrümliche Deutungen nicht ausgeschlossen. Ein einwandfreies Hilfsmittel für ein sinnfälliges Erkennen der Höhenunterschiede ist durch die stereoskopische Aufnahme gegeben. In sinngemäßer Wiederholung des natürlichen Sehens, bei dem das plastische Bild durch Vereinigung der beiden Bilder im rechten und linken Auge erreicht wird, die infolge des Augenabstandes von 6,5 cm parallaxtisch verschieden sind, werden zwei Luftaufnahmen desselben Geländes von zwei verschiedenen Standorten gefertigt, wobei die Größe der Entfernung der beiden Standorte (die Basis) entsprechend der Entfernung (Flughöhe) zu wählen ist. Hierdurch wird das Gelände wiederum mit den parallaxtischen Verschiedenheiten wiedergegeben. Senkrechtaufnahmen eignen sich in dem sich überdeckenden Teil ohne weiteres zur stereoskopischen Betrachtung. Diese geschieht mit Hilfe von Raumgläsern, die bewirken, daß das linke Bild nur dem linken Auge, das rechte Bild nur dem rechten Auge zugeführt wird, wodurch die Vereinigung beider Bilder, wie beim natürlichen Sehens, ermöglicht ist. Für Luftbilder kommt vornehmlich das Brückenraumglas in Betracht, das ein Überführen des Geräts über das Raumbild und damit eine Durchmusterung der Einzelheiten gewährt.

Mit Hilfe der räumlichen Betrachtung wird die Ausmessung von Luftbildmeßaufnahmen ermöglicht. In besonders konstruierten Geräten (Aerokartograph nach Hegershoff, Aeroprojektor Multipler und Stereoplanigraph von Zeiß) wird das räumliche Modell mittels Meßmarken, die in das Betrachtungssystem eingebaut sind, sowohl der Lage wie der Höhe nach abgetastet. Durch einen Zeichenstift wird der Gang der Meßmarken als Lageplan wie als Höhenschichtlinien gezeichnet.

### III. Verwertung für die Einführung in das Kartenverständnis

Ist die Aufgabe gestellt, von einem Gelände und seiner Umgebung einen Plan zu zeichnen, so gehen wir in der Weise vor, daß wir Stück für Stück aufmessen und zeichnerisch festlegen. Hierbei entsteht die doppelte Aufgabe, das in der Ansicht gesehene Bild in eine senkrechte Draufsicht umzubilden und die Wirklichkeit durch zeichnerische Kennzeichen wiederzugeben. Aus der mosaikartigen Zusammenstellung von Einzelheiten gewinnen wir das Gesamtbild.

Bei dem Luftbild ist das Verfahren gerade umgekehrt. In seiner umfassenden Geländewiedergabe zeigt es das Ganze, und wir haben die Möglichkeit, aus diesem die Einzelheiten nach und nach herauszuschälen und nach ihrer Wichtigkeit zeichnerisch festzuhalten, soweit der gewählte Maßstab es zuläßt.

Das Luftbild kann benutzt werden zur Einführung in das Kartenverständnis und zur Entwicklung von Planskizzen aus der photographischen Aufnahme selbst.<sup>1</sup> Es kann nacheinander beobachtet und miteinander in Vergleich gestellt werden:

Begehung eines Geländestücks an Ort und Stelle. Betrachtung von einem überhöhenden Punkte. Schrägaufnahme vom Flugzeug unter verschiedenen Neigungswinkeln und aus verschiedenen Höhen. Steilaufnahmen und endlich Senkrechtaufnahmen desselben Geländes, gleichfalls aus verschiedenen Höhen, um hierdurch die Aufnahme einer wachsenden Fläche und verschiedene Bildmaßstäbe zu erhalten. Erreicht wird hierdurch, daß jeweils ein bekanntes Gelände mit den Einzelheiten in den verschiedenen Darstellungen wiedergegeben und damit das Zurechtfinden erleichtert wird. Das letzte Glied in dieser Kette bildet dann der maßhaltige Luftbildplan, in den gegebenenfalls auch ein Kartennetz nach Quadratkilometern oder weiteren Unterteilungen eingetragen werden kann.

Aus Senkrechtaufnahmen oder noch besser aus maßhaltigen Luftbildplänen sind mit leichter Mühe Kartenskizzen anzufertigen durch direkte Übertragung oder durch Nachzeichnen der Angaben des Luftbildes auf Pauspapier oder Zelluloidfolie. Besonders instruktiv ist das Ausschwächerverfahren, indem in das Luftbild selbst mit chinesischer Tusche, gegebenenfalls in verschiedenen Farben gezeichnet und das so behandelte Bild in einer Abschwächerlösung ausgeschwächt wird. Vor den Augen des Schülers verschwindet dann das photographische Bild, und es entsteht die Kartenskizze. Der Schüler wird hierbei gezwungen, charakteristische Kennzeichen für die einzelnen Erscheinungsformen so zu wählen, daß sie auch ein anderer Beschauer richtig deuten kann und ferner die wesentlichsten topographischen Linien je nach dem gewählten Maßstab herauszuholen, Unwesentliches dabei fortzulassen. Auf diese Weise wird er durch selbsttätige Arbeit in die Grundsätze der Kartenzeichnung: richtige Wahl der Signaturen, typisierende Heraushebung des Wesentlichen eingeführt. Er wird dahin gebracht, die allgemein gültigen Kennzeichen zu verwenden,

<sup>1</sup> Vgl. Seite 99.

die er damit sich zu eigen macht. Aber noch ein anderes wird erreicht, nämlich daß aus der Beschäftigung mit dem anschaulichen Luftbild und aus dem Vergleich mit der Kartenzeichnung diese lebendige Form annimmt.

Dieses angedeutete Verfahren läßt sich noch weiter fortsetzen. Ein Vergleich zwischen Luftbild und Karte führt zu einer Überprüfung der Kartenunterlagen, und es lassen sich hierbei Ergänzungen in der Topographie bei der Übertragung in einen größeren Maßstab nachtragen oder Berichtigungen vornehmen. Auch in die Darstellung der Geländeformation und Karte kann mittels des Luftbildes eingeführt werden. Licht- und Schattenwirkungen geben in den Senkrechtaufnahmen ein plastisches Bild von einem Gelände. Die Felderaufteilung paßt sich manchmal den Geländeformen an, so daß die Feldraine gleichsam als Höhenlinien anzusprechen sind. Als wichtigstes Hilfsmittel aber haben wir die stereoskopische Betrachtung, die ein vollständiges räumliches Modell von dem Gelände erkennen läßt. Es ist möglich, nach den Senkrechtaufnahmen eine Lageplanskizze zu entwerfen und aus dem plastischen Modell im Raumglas ein Relief zu modellieren, aus dem dann ohne weiteres der Begriff der Höhenlinie und der Längs- und Querprofile abzuleiten ist.

Endlich sei hingewiesen auf die Geländebegehung mit Hilfe von Karten und Luftbildern. Hierbei ist es am eindrucksvollsten möglich, einen Vergleich zwischen Wirklichkeit, anschaulicher Wiedergabe im Luftbild und zeichnerischer Darstellung in der Karte anzustellen, Vergleiche, Veränderungen in der Wirklichkeit gegenüber den beiden Darstellungsmitteln des Geländes festzulegen und endlich auf Grund der Unterlagen neue Kartenskizzen aufzustellen. Für das Zurechtfinden im Gelände ist das Luftbild von besonderer Bedeutung.

Hieraus ergeben sich eine Reihe weiterer Arbeiten. Als nächstliegende Aufgabe gilt es, das Luftbild mit der Karte zu identifizieren und die aufgenommene Fläche in die Karte einzutragen. Bei der Schrägaufnahme sind die Eckpunkte des Bildes in der Karte aufzusuchen und hiernach die Fläche auszuzeichnen. Diese ist bei der Schrägaufnahme ein Trapez, kommt noch Verkantung hinzu, ein unregelmäßiges Viereck. Bei der Senkrechtaufnahme ist die Übertragung der aufgenommenen Fläche einfacher. Da dieses Bild maßhaltig ist, so muß bei einem rechteckigen Plattenformat auch eine rechteckige Geländefläche dargestellt sein. Die Größe richtet sich nach dem Maßstab der Aufnahme. Diese ist abhängig von Brennweite und Flughöhe und berechnet sich wie folgt: Verhältniszahl des Maßstabes  $1 : x = \frac{f}{h}$  (beide Größen in cm). Beispiel:  $f = 21$  cm,  $h = 1260$  m,

$$\text{Maßstab } 1 : x = \frac{21}{1260 \cdot 100} = 1 : 6000.$$

Bei einer Senkrechtaufnahme stehen Flughöhe  $h$ , Brennweite  $f$ , Geländestrecke  $a$  und Bildstrecke  $b$  in folgendem Verhältnis:

$$a : b = h : f.$$

Hieraus läßt sich leicht ersehen, daß mit Vergrößerung von  $h$  der Maßstab sich verkleinert (eine gleiche Bildstrecke gibt eine größere Geländestrecke wieder), mit Ver-

größerung von  $f$  der Maßstab sich vergrößert (eine gleiche Bildstrecke gibt eine kleinere Geländestrecke wieder). Es lassen sich somit Brennweite und Flughöhe gegenseitig ausgleichen.

Die Höhe des Flugzeuges über Grund ist nicht genau bekannt. So wird der Maßstab durch Vergleich zwischen einer Geländestrecke und der entsprechenden Bildstrecke bestimmt.

$$\text{Verhältniszahl des Maßstabes} = \frac{\text{Bildstrecke in cm}}{\text{Geländestrecke in cm}}$$

$$\text{oder } 1 : x = \frac{\text{Kartenstrecke in cm} \cdot \text{Maßstabzahl der Karte}}{\text{Bildstrecke in cm}}$$

Beispiel: Bildstrecke = 8 cm, Geländestrecke = 320 m.

$$\text{Maßstab } 1 : x = \frac{8}{320 \cdot 100} = 1 : 4000.$$

Kartenstrecke im Maßstab  $1 : 25000 = 1,28$  cm.

$$1 : x = \frac{8}{1,28 \cdot 25000} = 1 : 4000.$$

Aus diesen Überlegungen lassen sich zahlreiche Aufgaben entwickeln, wie z. B.:

Maßstabsbestimmung, Berechnung der im Bilde aufgenommenen Fläche oder einzelner Strecken, Zahl der Aufnahmen, die notwendig sind, um eine Geländefläche in einem bestimmten Maßstab unter Verwendung einer Kammer mit bestimmter Brennweite aufzu-

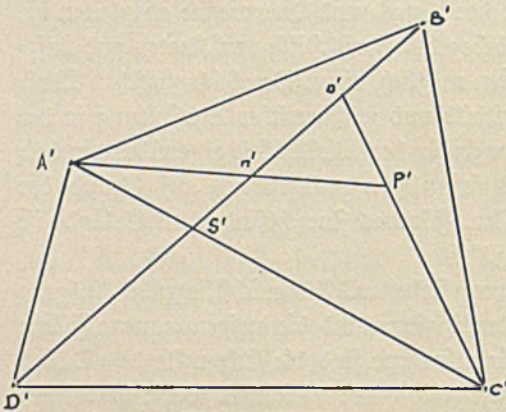


Abb. 1. (Bild)

nehmen unter Berücksichtigung, daß die Überdeckung der einzelnen Bilder in der Aufeinanderfolge  $\frac{1}{3}$  oder  $\frac{2}{3}$ , in den Streifen  $\frac{1}{3}$  beträgt u. a. mehr.

Für die Übertragung von Punkten in die Karte seien nur die zwei wichtigsten Verfahren angegeben. Bei Senkrecht-

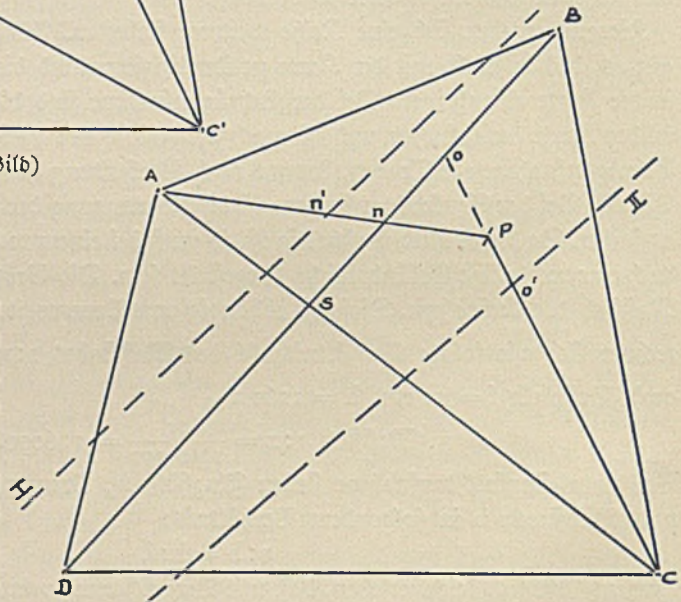


Abb. 2. (Karte)



aufnahmen sind die Richtungen, die von einem Punkte gezogen sind, den entsprechenden Richtungen im Gelände oder in der Karte parallel. Ein Neupunkt kann aus dem Bild in die Karte in der Weise übertragen werden, daß man in Bild und Karte zwei entsprechende Punkte A und B festlegt. Man zieht dann die Verbindungslinien von A und B zum Neupunkt P im Bilde. Die entsprechenden Parallelen von A und B in der Karte müssen im Schnittpunkt den gesuchten Punkt P geben.

Für die Übertragung von Neupunkten aus Schrägaufnahmen müssen in Bild und Karte vier entsprechende Paßpunkte gegeben sein, die möglichst in den Ecken des Bildes liegen sollen. Diese Punkte A, B, C, D werden miteinander verbunden und die Diagonalen gezogen.

Zur Übertragung des Bildpunktes P' in die Karte zieht man Strahlen von den Eckpunkten A' und C' nach P', die auf der Diagonale D'B' die Teilpunkte n' und o' abschneiden. Die Lage der Bilddiagonale D'S'B' wird in die Karte mittels Papierstreifen in der Weise übertragen, daß D' auf AD, S' auf AS und B' auf AB zu liegen kommt. Diese Linie I ist Bezugslinie für Punkt A. Strahl An' ist geometrischer Ort für den gesuchten Punkt P. In gleicher Weise wird die Diagonale D'S'B' als Bezugslinie II für den Punkt C übertragen, so, daß D' auf DC, S' auf SC und B' auf BC zu liegen kommt. Der Strahl Co' ist der zweite geometrische Ort für P. Als Kontrolle werden Strahlen von B' und D' nach P gezogen und die Diagonale A'C' als Bezugslinie für B und D in die Karte übertragen. Die Strahlen von B und D zu den entsprechenden Teilpunkten müssen wieder durch P gehen.<sup>2</sup>

#### IV. Die unterrichtliche Verwertung des Luftbildes

##### 1. Geographic

Die vielfache Verwertung des Luftbildes im Unterricht kann hier nur angedeutet werden. Sie ergibt sich aus den Unterweisungen selbst und ist abhängig von der Persönlichkeit des Lehrers, von den Schülern, von der Örtlichkeit und dem vorhandenen Material. Allgemein kann gesagt werden, daß das Luftbild für alle Unterrichtsgebiete mit Nutzen herangezogen werden kann, die der Veranschaulichung der Erdoberfläche bedürfen. Es handelt sich nicht darum, ein neues Stoffgebiet einzuführen, sondern das Luftbild ist in die einzelnen Unterrichtsgebiete zwanglos einzugliedern und kann neben den anderen Darstellungsmitteln wie Karte, Plan, Zeichnung, Modell und Relief verwendet werden, und zwar als Einzelabzug, als Vervielfältigung in Büchern und Atlanten, als Vergrößerung zum Aushang in Schulräumen, als Diapositiv für Lichtbildvorträge usw. Grundsätzlich ist zu sagen, daß die besonderen Eigenschaften des Luftbildes für den Unterricht auszunutzen sind, d. h. die anschauliche Wiedergabe des Geländes und die übersichtliche und zusammenfassende Darstellung größerer Flächen, in die sich Einzelheiten eingliedern.

Für die allgemeine Landeskunde können Luftbilder verwertet werden für die an-

<sup>2</sup> Vgl. Seite 95.

schauliche Klarlegung von charakteristischen Erscheinungsformen der Landschaft, wie z. B. Moor, Wiese, Acker, Wald mit den verschiedenen Beständen nach Art und Alter, ferner See mit der Uferbegrenzung und Insel. Größere Bedeutung hat das Luftbild, um Unterschiede zu zeigen, wie z. B. zwischen der Geest und der Marsch mit ihrer charakteristischen Aufteilung. Für manche Gegenden ist es nicht ohne weiteres möglich, durch örtlichen Besuch eine eigene Anschauung zu gewinnen, wie im Gebirge und im Wattenmeer. Hier tritt das Luftbild hilfeleistend ein. Es gibt eine Übersicht über die Felsformationen und Gletscherbildungen in ihrem gesamten Verlauf. An der Küste fehlen überhöhende Punkte, so daß es überhaupt nicht möglich ist, Übersichten zu gewinnen. Das Luftbild zeigt dagegen deutlich die Verteilung der Sände, der einzelnen Wasseradern, Priele und Baljen. Der Fluß wird in seinem Verlauf veranschaulicht als Bach mit den zahlreichen Windungen, als Flußverwilderung und als regulierter Fluß mit Deichen und Buhnen, mit Häfen, Verkehrs- und Industrieanlagen an den Ufern und endlich mit der Deltabildung.

Durch die Schnelligkeit in der Aufnahmetätigkeit können die Wechsellerscheinungen auf der Erde festgehalten werden. Dies gilt für die periodischen Wechsel, Hoch- und Niedrigwasser an der Küste und in den Flüssen, Trockenheit und Überschwemmung, Sommer- und Winteraufnahmen desselben Geländes. Es gilt auch für den plötzlich eintretenden Wechsel, wie z. B. für Deichbrüche an Flüssen mit der Darstellung des angerichteten Schadens, für Überschwemmungen, wobei in den Bildern der Umfang der Katastrophe, die große Wasserfläche und die einzelnen daraus sich erhebenden Teile und Gehöfte gezeigt werden. Endlich ist es möglich, die allmählich werdenden Veränderungen darzustellen durch planmäßige Aufnahme desselben Geländes im Verlauf mehrerer Jahre. So kann das Fortschreiten von Verlandungserscheinungen an Seen klargelegt werden oder die Einwirkungen, die durch besondere Bauten sich ergeben, wie die Anlandungen infolge von Buhnen und Dämmen an der Küste. Die allmählich sich vollziehenden Veränderungen graben ihre Spuren in die Erdoberfläche ein, die beim Begehen der Örtlichkeit wohl übersehen werden, im Luftbild aber sich deutlich durch ihre Form und auch durch verschiedene Bewachung sich markieren. Dieses gilt für verlandete Seen, die in ihrer Uferform und in ihrer dunklen Färbung sich deutlich herausheben, und für abgeschnittene Flußschlingen, die in dem breiten ehemaligen Strombett klar erkennbar sind. So wird das Luftbild ein Forschungsmittel für Klarlegung früherer Zustände auf der Erdoberfläche.

Hierbei sei hingewiesen auf den bedeutenden Wert des Luftbildes für die Erforschung unbekannter Gebiete. Im großen Umfange ist das Luftfahrzeug in den Dienst der Erkundung fremder Länder gestellt worden. Es sei hierbei nur an die Flüge von Mittelholzer nach Persien und durch Asien erinnert und an die Fahrten des Luftschiffs „Graf Zeppelin“, durch die eine Fülle von Bildmaterial herbeigeschafft worden ist, das in geographischer, geologischer, ethnographischer und siedlungskundlicher Hinsicht von großem Wert ist. Durch die Arktisexpedition des „Graf Zeppelin“ im Jahre 1931 ist eine Korrektur des westlichen Teils von Franz-Joseph-Land und vor

allem Verbesserung der Karte von Nordland erreicht und u. a. festgestellt, daß die Schokalskibucht in Wirklichkeit ein Sund ist, der die Nordlandinsel in zwei Teile trennt. Auf der Laimirhalbinsel wurde eine etwa 20 km breite und 200 km lange Gebirgskette festgestellt, die Unrisse des Laimirsees wurden berichtigt und endlich wurden Beobachtungen über die Eisverhältnisse im Karischen Meer und in der Beringsee durchgeführt. In letzter Zeit sind in Zusammenarbeit zwischen dem Norske Svalbard og Ishavs Undersøgelses in Oslo, dem Lehrstuhl für Photogrammetrie an der Technischen Hochschule in Berlin (Prof. Laemann) und Hansa-Luftbild-G. m. b. H. Luftaufnahmen von Grönland hergestellt worden, die jetzt kartennäßig ausgemessen sind. Andere Länder führen derartige Aufnahmen von ihren Kolonialgebieten in großem Umfange durch, vor allem um eine Klarlegung des vorhandenen Zustandes und damit Unterlagen für eine Berichtigung und Neuaufstellung von Karten zu erreichen.

## 2. Meteorologie

Meteorologische Beobachtungen und Forschungen nehmen einen großen Raum im Rahmen der Luftfahrt ein. Hier sei nur auf die Verwendung von photographischen Aufnahmen für unterrichtliche Zwecke hingewiesen. Durch das Flugzeug ist es möglich, nahe an die Wolken heran und über die Wolken hinweg zu fliegen und damit Aufnahmen von den verschiedenen Wolkenbildungen zu schaffen, wie sie auf andere Weise nicht möglich sind. Auch stereoskopische Aufnahmen, die die körperliche Gestalt der Wolken erkennen lassen, sind gefertigt worden. Auf die Abbildung von Wasserflächen und Flüssen in der Wolkendecke und deren Festlegung im Luftbild sei als Einzelfall hingewiesen.

## 3. Wirtschaftsgeographie

Für die Wirtschaftsgeographie bringt das Luftbild eine Übersicht über die augenblickliche Verteilung von Äderland, Weiden und Wiesen, Wäldern und Ackerland. Eine Klarlegung über die Nutzung des Bodens ist im volkswirtschaftlichen Interesse bei der Bedeutung, die wir heute dem Boden als Wirtschaftswert zuerkennen, besonders wichtig. Hierzu kommen die Maßnahmen, die zur Besserung des Bodens getroffen sind, die Meliorationen und Drainagen, die sich deutlich im Bilde abheben.

Das Luftbild zeigt die Wirtschaftsformen des Bauerntums, die Fluraufteilung in ihren verschiedenartigen Formen, die bedingt sind durch die Art der Dorfsiedlungen, die aber sämtlich das Gemeinsame haben, daß die Bewirtschaftung in einfachster Form vom Hof aus durchgeführt werden kann, und daß sie sich den Geländegegebenheiten anpassen. Demgegenüber ist in den Kleinsiedlungen des Absolutismus eine gradlinig begrenzte schematische Landzuteilung zu erkennen. Auch die Maßnahmen für die Abgrenzung von Allgemein- und Eigenbesitz sowie für die Umliegungen, die wirtschaftlich im vergangenen Jahrhundert notwendig geworden sind, lassen gleichfalls häufig die Verbundenheit mit dem Boden vermessen.

Für die Klarlegung der heutigen Wirtschaft und der Wirtschaftsmöglichkeiten infolge der Entwicklung der Maschine, der Technik und des Verkehrs geben Luftbilder weitgehenden Aufschluß. Es ist zu bedauern, daß derartige Aufnahmen heute aus Gründen der Landesicherheit nicht mehr für den allgemeinen Gebrauch freigegeben werden können. Es sei darum hier nur kurz angedeutet. Luftbilder von Verkehrsanlagen (Straßenbau, Eisenbahnbau, Kanäle und Schleusen, Binnen- und Seehäfen) zeigen den technischen Ausbau mit all den Einzelheiten, die für eine zweckmäßige Abwicklung des Verkehrs erforderlich sind. Sie geben weiter in der Darstellung ihrer Belegung mit Eisenbahnanlagen, Schiffen sowie mit den lagern- den Gütern einen eindrucksvollen Überblick über die Bedeutung des Verkehrs für die Volkswirtschaft allgemein wie über die besondere Bedeutung der einzelnen Orte. Luftaufnahmen von Flußregulierungen und insbesondere von Talsperren zeigen den Eingriff von Menschen, um die Naturkräfte für wirtschaftliche Zwecke, für den Verkehr oder für die Aufspeicherung der Wassermassen zur Gewinnung von elektrischer Energie auszunutzen. Luftbilder von Industriewerken bringen die Anlagen für die Hebung und weitere Verarbeitung von Naturschätzen sowie die Verbindung mit den öffentlichen Verkehrswegen. Es sei endlich darauf hingewiesen, wie die Luftbilder die rücksichtslose Zerstörung des Landschaftsbildes durch derartige Bauanlagen, durch Ausschachten des Bodens und durch Aufschüttung von Schutthal- den zeigen. Hierin werden die Luftbilder ein ernstes Anschauungsmittel für die Auswirkungen der kapitalistischen Wirtschaft.

#### 4. Bauwesen und Siedlungskunde

Die Betrachtung von Bauwerken geschieht in der Regel in der Weise, daß das einzelne Gebäude in der Fassade häufig nur als Kunstwerk für sich angesehen, und daß hierbei insbesondere seiner künstlerischen Gestaltung und seiner zeitlich stilistischen Einordnung Aufmerksamkeit geschenkt wird. Für die Klarlegung der Grundrischanordnung der Siedlungen werden Karten und Pläne verwendet, die diese Bauanlagen nur in der abstrakten Zeichnung darstellen.

Das Luftbild bringt hierin durch die zusammenfassende und lebendige Wiedergabe eine grundsätzliche Änderung. Es läßt bei Aufnahmen aus geringen Höhen Bauwerke als Körper in ihrer Gesamtgliederung und weiter Straßen und Plätze als Räume erkennen. Insbesondere gibt es einen Überblick über die gewaltigen Bauanlagen der Schlösser der Barockzeit mit den heranzührenden Alleen, sich ausweitenden Mageräumen, dem symmetrisch gegliederten Schloßbau als Haupt- richtungspunkt für die gesamte Anlage und den anschließenden Gartenräumen mit ausklingenden Alleen und Wasserläufen. Luftaufnahmen von Residenzstädten zeigen die planmäßige Führung der Straßen, die Einordnung von Plätzen, zu denen die Bauwerke nach einem künstlerischen Plan in Beziehung gesetzt sind, und führen damit in die Prinzipien des künstlerischen Städtebaues ein.

Für die Siedlungskunde gewinnen wir aus den Luftbildern lebendige Vorstel-

lungen der einzelnen Siedlungstypen in Dorf und Stadt in ihren mannigfaltigen Formengebungen, wie sie sie zu den verschiedenen Zeiten und in den verschiedenen deutschen Landen gewonnen haben, und wir sehen sie weiter in ihrer Beziehung zu dem umgebenden Land. Hierbei läßt sich durch Zusammenstellung von verschiedenen Bildern der Eindruck, den wir während des Fluges erhalten, wiederholen: das Heranfliegen an einen Ort, den wir zunächst als ein Stück der Landschaft erkennen, das Bild vom Orte selbst mit seiner Grundrisfanordnung, mit dem Mauer- ring und der Aufteilung durch Straßen und Plätze. Dann endlich die Einzelheiten der Bauwerke, die Monumentalbauten der Gemeinde, des Fürsten oder des Staates sowie die Einzelbauten der Bewohner, die in der Beziehung zu ihrer Umgebung und in der unterschiedlichen Gestaltung nach dem Verwendungszweck gezeigt werden.

Aus den Luftbildern lassen sich die Bedingungen ablesen, die zu der Gestaltung der einzelnen Bauanlagen geführt haben. Charakteristisch ist es für die Bauwerke, die vom Volke aus geschaffen worden sind, also für die Anlagen in den Dörfern, den mittelalterlichen Städten und Burgen, daß sie organisch aus den Bedingungen der Ortlichkeit herausgewachsen sind, ein Zeichen für die Erdgebundenheit des deutschen Volkes. Die Gestaltung der Siedlungsanlagen selbst ist bedingt durch die Forderungen, die das Leben stellt in Verteidigung, Arbeit, Wirtschaft, Verkehr. Demgegenüber zeigen die Bauanlagen übergeordneter Mächte ein mechanisches Hineinstellen der Gebäude in das Landschaftsbild und ein Hervorkehren eines repräsentativen Gedankens. Nach den Vorschriften der Mönchsregel, die den Heimat- und Volksgedanken nicht kennt, sind die Klosteranlagen in der Einsamkeit und in dauernder Wiederholung des römischen Rechtecks ohne Beziehung zur Landschaft errichtet. Die Residenzstädte und Schlösser der Barockzeit sind aus dem Repräsentationsgedanken des Absolutismus heraus in geometrischer Anlage und in Verfolg eines künstlerischen Planes entworfen ohne Rücksicht auf die natürlichen Gegebenheiten, die häufig vernachlässigt oder vergewaltigt werden. Bilder von den Massensiedlungen der Großstadt zeigen die vollkommene Beziehungslosigkeit zum Menschen, die sich unter dem Einfluß der Entwicklung der Technik und des kapitalistischen Gedankens im vergangenen Jahrhundert ergeben hat. Derartige Bilder zeigen den gedankenlosen Schematismus und die unwirtschaftliche Aufteilung der Bebauungsflächen durch Straßen und Plätze und geben weiter ein ernst mahnendes Bild von der Ausschachtung der Baublöcke und dem Wohnungselend in den Mietskasernen- vierteln, in die nicht genügend Luft und Licht hineinkommt.

Das Bauwesen ist vornehmlich bestimmt durch die Lebenseinstellung eines Volkes, durch seine Bestrebungen, sein technisches und künstlerisches Können und durch die politischen Verhältnisse. Es ist damit ein Ausdruck des Volkstums, das lebendig von seinem Wesen erzählt, und ein Spiegelbild des Werdens unseres Volkes im Laufe der Zeiten. Das Luftbild, das diese Anlagen anschaulich uns vor Augen führt, ist ein wesentliches Hilfsmittel für die Kenntnis unserer Geschichte und Volkskunde.

## 5. Geschichte

Auf den Taten unserer Vorfahren baut sich unser heutiges Leben auf. Kenntnis der Geschichte unseres Volkes, der Geschehnisse, die vornehmlich unsere volklichen und staatlichen Zustände bedingt haben, ist eine Selbstverständlichkeit, um den Zusammenhang mit der allmählichen Entwicklung zu gewinnen und die Grundlagen zu erkennen, auf denen wir weiter zu bauen haben in die Zukunft hinein. Lehre der Geschichte besteht nicht in dem Aneinanderreihen einzelner Tatsachen. Es sind die Beziehungen klar zu legen, die zu den einzelnen Ereignissen geführt haben, und die Bedeutung herauszustellen, die sie für unser heutiges Leben haben. Durch die von unseren Vorfahren geschaffenen Werke ist die Geschichte zu veranschaulichen und lebendig zu machen.

Kenntnis vom Bauerntum wird vertieft durch Bilder von den Dorfsiedlungen, von der Fluraufteilung und der Bearbeitung und Nutzung des Bodens, Kenntnis vom Bürgertum durch Bilder von den mittelalterlichen Städten, deren Kern innerhalb der heutigen Gesamtanlage noch deutlich sich heraushebt. Wir können aus den Luftbildern die allmähliche Entwicklung der Stadt ablesen mit den Anfängen in Burg, Kirche oder Dorf, um die sich die Stadt kristallisiert hat, und mit dem Markt, der das eigentliche Keimelement für den weiteren Ausbau geworden ist. Wir sehen die Bedeutung der Stadt als Mittelpunkt für den Austausch der Güter des Landes mit den Erzeugnissen des Handwerks und den Waren des Kaufmanns. Wir erkennen endlich die Bedeutung der freien Reichsstädte, die in den mächtigen Anlagen der Hanse ihren Höhepunkt erreicht haben.

Aufnahmen von den Burgen geben ein Bild des Rittertums, und hierbei ist auf die Werke des deutschen Ordens für die Rückgewinnung Preußens hinzuweisen, auf die gewaltigen Burgenanlagen, die Zeichen des ritterlich-kriegerischen wie des kirchlich-mönchischen Geistes des Ordens sind.

Die Macht des Fürstentums und der Staatsgedanke des Absolutismus werden durch die Schloßanlagen und Residenzstädte veranschaulicht. Bilder von den durchgeführten Entwässerungen der Luchgebiete und von den Kleinsiedlungen zeigen die Maßnahmen für den Aufbau des Staates durch die Bevölkerungspolitik. Der wirtschaftliche Aufschwung im letzten Jahrhundert unter der Einwirkung der Maschine, der Entwicklung der Technik und des Verkehrs wird in Luftaufnahmen von den Industriewerken, von den Eisenbahnanlagen, Kanälen, Schleusen, Häfen usw. dargestellt, ebenso aber auch die Veräußerlichung unseres Volkes durch Bilder von den Massensiedlungen der Großstadt.

Endlich lassen Aufnahmen von den Klein- und Stadtrand-siedlungen die Maßnahmen des Dritten Reiches zur erneuten Verbindung unseres Volkes mit dem Boden erkennen.

## 6. Heimat- und Volkskunde

In den Abschnitten über Landeskunde und Wirtschaftsgeographie ist bereits die Bedeutung des Luftbildes für die anschauliche Geländedarstellung behandelt worden in seinen geographischen und morphologischen Erscheinungen, in der Nutzung des Bodens, in den allmählichen Veränderungen durch natürliche Einwirkungen im Laufe der Jahrtausende wie durch Eingriffe der Menschen im Rahmen der Geschichte. Das Heimatland wird gezeigt in seinem Werden und Vergehen als ein lebendiger Organismus.

Die organische Einfügung der Siedlungen in Dorf und Stadt hat sich aus der Erdgebundenheit des deutschen Bauernvolkes ergeben. Diese ist letzten Endes bedingt durch das dauernde Ringen mit dem Boden, das die Natur unseres Landes verlangt. Wir sehen diesen Kampf in den Warften, die zum Schutze eines einzelnen Gehöftes gegen Überflutungen des Meeres aufgeschüttet sind, und in den Eindeichungen, die das Gebiet eines Kulturlandes abgrenzen gegen die See oder einen Flußlauf. Die Gewinnung von Neuland in den Wattenmeer- und Küstengebieten wird klargelegt in den in das Meer hinausgebauten Lahnungen und Flechtzäunen, durch die die Ablagerung der Sinkstoffe gefördert wird, und in den Gruppen, durch die ein ruhiger Zu- und Abfluß bei Hoch- und Niedrigwasser und damit eine weitere Erhöhung des Landes bewirkt wird. Die Kultivierung von Sd- und Sumpfland wird veranschaulicht in den Grabenlinien oder Drainagen, in den charakteristischen Aufteilungen der Marschengebiete durch Gräben, die schmale, lang sich erstreckende Flurstücke ausschneiden, und in den Weenkolonien der nordwestdeutschen Moore mit den Torfstichen und den Gräben, die zu schiffbaren Kanälen entwässert sind, die ihrerseits den gewonnenen Torf der Wirtschaft zuführen.

Dieses Ringen um den Boden zeigt sich weiter in dem Kampf mit den Segnern an der Grenze, insbesondere in dem Zeitalter der Kolonisation. Das Land östlich der Elbe ist letzten Endes wieder deutsch geworden durch den deutschen Bauern, der das durch das Schwert eroberte und bewahrte Land durch seine Arbeit am Boden zur deutschen Heimat neu gewonnen hat. Mit Hilfe des eisernen Pfluges wurde der fruchtbare Boden der Bewirtschaftung zugeführt. Wald wurde gerodet, Sdland gebessert, Flüsse eingedeicht, Niederungsgebiete in ähnlicher Weise, wie in den Marschen, durch Grabenteilungen entwässert. Überall entstehen nach deutscher Art Dorf- und Stadtsiedlungen. Von diesem Kampf zur Rückgewinnung des deutschen Ostens geben die Luftbilder anschauliche Belege.

Im 18. Jahrhundert wurde der Kampf um den Boden erneut aufgenommen. Er ist geführt durch die Fürsten, und in den friderizianischen Siedlungen, die nach den Grundprinzipien der Barockbaukunst in geometrischen Formen und häufig schematisch ausgeführt worden sind, erkennen wir den obrigkeitlichen Befehl.

Ein Vergleich zwischen Aufnahmen von den Dorf- und den Barocksiedlungen zeigt sehr eindrucksvoll den Gegensatz zwischen den Kräften, die die Anlagen bewirkt haben, dem Volk, das aus Erdgebundenheit heraus seine Siedlungen orga-

nisch aus der Eigenart der örtlichen Verhältnisse entwickelt, und der Staatsgewalt, die mechanisch nach rationellen und technischen Erwägungen die Siedlung in die Landschaft hineinstellt. Aber mit der Peuplierungspolitik sind nicht nur neue Arbeitskräfte dem Staate zugeführt, es sind die Kolonisten auch erneut mit dem Lande verbunden, und es ist ihnen Heimat gegeben.

Der Kampf um den Boden verlangt tägliche Bereitschaft und führt zum Arbeitsgedanken. Aus den Bedingungen des täglichen Lebens sind die Hausbauten entwickelt; sie sind ein Ausdruck für die Bewertung der Arbeit als Inhalt des Lebens. Auch die Siedlungen des Volkes sind aus den Forderungen, die das Leben stellt in Verteidigung der Heimat, Erfüllung der täglichen Arbeit, der Wirtschaft, dem Handel und Verkehr errichtet worden. Sie sind damit ein Abbild der Bejahung des Lebens durch unser Volk.

Der Ausdruck der religiösen Einstellung durch die Kirchengebäude findet in den Luftbildern seine Veranschaulichung. Bezeichnend ist eine Gegenüberstellung: Aufnahmen von den mittelalterlichen Klosteranlagen zeigen die Absonderung des Mönchtums in der Einsamkeit und die gleichmäßige Wiederholung des römischen Rechtecks in den Kreuzgängen und in den Wirtschaftshöfen. Die Kathedralkirchen zeigen die scharfe Ausprägung des Kreuzes und die großräumige Chorausbildung, die aus der Vormachtstellung der Kirche und der Heraushebung des Priestertums über das Laientum bedingt ist. Die Kirchenanlagen der Barockzeit sind nach den gleichen Grundsätzen errichtet wie die Schloßbauten. Das geistliche Fürstentum schafft diese Anlagen aus einer repräsentativen Einstellung und aus dem Bestreben einer starken sinnlichen Wirkung. Das religiöse Empfinden tritt zurück. Bilder von den Kirchenbauten der neuen Zeit zeigen in ihrer Lage mitten auf den Plätzen in dem umbrandenden Verkehr die völlige Veräußerlichung und die Beziehungslosigkeit der Gemeinde zu ihrer Kirche. Demgegenüber lassen die Bilder von den Kirchen des Volkes, des Bauern- und Bürgertums erkennen, wie sie inmitten der Ortschaft in befestigter Lage, in dem Ring von umgebenden Gebäuden errichtet sind mit starken Türmen und großem Gemeinderaum, der die Glieder des ganzen Ortes umfaßt. Die deutsche Volkskirche ist aus dem Verteidigungs- und Gemeindegedanken entwickelt.

So bringt das Luftbild Kenntnis von der Einstellung unseres Volkes zum Boden, zur Arbeit und zum täglichen Leben mit seinen Forderungen und zum religiösen Gedanken; es dient damit der Vertiefung des Volks- und Heimatgedankens.

## 7. Archäologie

Für die Erforschung und Festlegung vorgeschichtlicher Anlagen hat sich neben dem Spaten das Flugzeug und das Luftbild als ein besonders wichtiges Hilfsmittel erwiesen. Durch die Bauanlagen, auch wenn sie nur in den Grundmauern erhalten und von Erdreich überdeckt sind, ist eine Strukturveränderung des Bodens bewirkt, die sich deutlich von der Umgebung abhebt und hierdurch die Anlage in den Grundzügen



erkennen läßt. Das Luftbild dient der Auffindung solcher vorgeschichtlichen Anlagen, wie bei vorgenommenen Ausgrabungen der Festlegung der Funde. Es hat für die weitere Kenntnis der Vorgeschichte unseres Volkes hohen Wert.

### Zusammenfassung

Nur andeutungsweise konnten die verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten des Luftbildes im Unterricht hier genannt werden. Ihre Zahl wird durch die einzelnen Lehrer auf Grund der besonderen örtlichen Verhältnisse ohne weiteres vermehrt werden. Bei der heutigen Unterrichtsverteilung ist dem Erarbeiten des Lehrgutes durch eigenes Erleben und eigene Anschauung eine große Bedeutung zugewiesen. Entsprechend werden geeignete Lehrmittel für die in Betracht kommenden Fächer verwendet. Bild und Film nehmen darunter einen großen Raum ein. In diesem Rahmen kann das Luftbild wegen seiner besonderen Eigenschaften und Vorzüge nicht mehr entbehrt werden.

# Luftfahrt und Luftschutz im Mathematikunterricht

Von Ulrich Graf und Rudolf Kahlau

Die neue Aufgabe des Unterrichts hinsichtlich der Luftfahrt wird in ihrer vollen Bedeutung nur dann klar erfaßt, wenn man sich bewußt ist, daß die Tatsachen und Probleme der Luftfahrt und des Luftschutzes den Gesamtunterricht der neuen deutschen Schule organisch durchdringen müssen. Der Anteil, den der Mathematikunterricht zur Durchführung dieser Aufgabe zu leisten hat, ist ein dreifacher: Einmal wird es sich darum handeln, den Schüler schon frühzeitig mit den allgemeinen Fragen des Luftwesens bekanntzumachen und ihm die Bedeutung der Mathematik für die Lösung der wissenschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Probleme der Luftfahrt vor Augen zu führen; zum andern hat der Mathematikunterricht die numerischen und graphischen Rechenverfahren für den physikalischen Unterricht bereitzustellen; und schließlich wird es die Aufgabe der Mathematik sein, die Vielzahl der in der Luftfahrt zu bewältigenden angewandt-mathematischen Aufgaben zu erörtern. Bei alledem kann und darf es sich jedoch niemals darum handeln, lediglich von außen her den bisher behandelten Unterrichtsstoff durch Fragen aus dem Gebiete der Luftfahrt und des Luftschutzes zu erweitern; gerade im mathematischen Unterricht kann wie kaum in einem anderen Fache der Gedankenkreis der gesamten Fluglehre von innen her zu einem einheitlichen Ganzen zusammenwachsen. Wenn damit zugleich eine gerechtere Beurteilung der allzu häufig als trocken und im Rahmen unseres Erziehungs- und Bildungswesens als überflüssig angesehenen Mathematik in weiteren Kreisen Platz greift, so ist dies eine Nebenerscheinung, die trotz ihrer zunächst peripheren Wichtigkeit doch einmal in der Zukunft von ausschlaggebender Bedeutung für die Existenz unseres Volkes werden kann.

Dem Rechenunterricht fällt die wichtige Aufgabe zu, die erste propädeutische Arbeit für das Verständnis von Problemen der Luftfahrt und des Luftschutzes zu leisten. Dabei wird in besonderem Maße darauf zu achten sein, daß die zu behandelnden Aufgaben einerseits dem Interesse und der Fassungskraft des jugendlichen Schülers angepaßt sind, und daß sie andererseits sinnvolle Wirklichkeitsaufgaben darstellen, d. h. Aufgaben, wie sie sich tatsächlich aus der Luftpraxis ergeben. Daher müssen von vornherein alle „für den Schulgebrauch“ künstlich zurechtgemachten Aufgaben, wie auch solche, bei denen lediglich um der formalen Rechentchnik willen sämtliche überhaupt möglichen Variationen der Ansatzgrößen vorgenommen worden sind, ausscheiden. Auch sind Aufgaben, die zu ihrer nur wenige Minuten erfordernden rechnerischen Lösung halbstündiger Vorerläuterungen und langatmiger Erklärungen bedürfen, auf dieser Unterrichtsstufe wertlos. Sicherlich kann „bei der allgemeinen

Ableitung eines Rechenverfahrens auf rein formalmathematische Entwicklungen nicht verzichtet werden. Seine erste Einführung soll aber, soweit dies möglich ist, durch ein Problem aus dem praktischen Leben vollzogen werden. Derselbe Grundsatz muß auch für die weitere Entwicklung des Rechenverfahrens gelten. Praktische Anwendungen sollen grundsätzlich den Schlußstein einer mathematischen Entwicklung bilden".<sup>1</sup>

Dabei ist es zunächst gar nicht nötig, zwischen Aufgaben des Luftschutzes und solchen der Luftfahrt streng zu unterscheiden, wie es überhaupt zu vermeiden sein wird, derartige Fragen mit dem Nimbus des Besonderen zu umgeben. Im Gegenteil: je zwangloser und einfacher alle diese Probleme dem Schüler dargeboten werden, um so leichter werden sie von ihm aufgenommen werden, um dann zu seinem ganz selbstverständlichen geistigen Besitz heranzureifen.

Schon im Gebiete der Grundrechnungsarten läßt sich eine so unübersehbare Fülle von Aufgaben aus den in Rede stehenden Gebieten für den Unterricht nutzbar machen, daß an dieser Stelle nur die wesentlichsten Blickpunkte aufgezeigt werden können, von denen aus künftige Aufgabensammlungen entwickelt werden können (vgl. Lit. I, 21, 23).

Das für den Rechenunterricht vorliegende statistische Material ist so außerordentlich umfangreich und vielseitig, daß hier nur einige Beispiele von benutzbaren Tabellen angegeben werden sollen:

Es betragen die Höchstgeschwindigkeiten bei

Junkers Ju 160 .....	340 km/h
Heinkel He 70 .....	377 km/h
Dornier Wal .....	230 km/h
Fokker F XX .....	300 km/h
Heinkel He III .....	410 km/h
Jagdeinsitzer .....	360 km/h
Bombenflugzeug .....	280 km/h
(Weltrekord) .....	709 km/h

Für das Stellen und Behandeln zahlreicher Aufgaben leistet der Flugplan und das Verkehrsnetz der Deutschen Luft Hansa gute Dienste (vgl. Lit. I, 10).

Luftangriffe während des Weltkrieges auf deutsches Gebiet.

Jahr	Luftangriffe	Flugzeuge	Menschenverluste (Tote u. Verwundete)	Sachschaden RM
1914	8	12	36	7 548
1915	37	102	440	719 368
1916	76	250	430	888 227
1917	376	1 050	494	6 476 809
1918	657	2 778	1 185	15 380 100

(Diese Tabelle läßt die Bedeutung des organisierten Luftschutzes für die Herabminderung der Verluste erkennen.)

<sup>1</sup> Anlage zum Erlaß des Reichsministers für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung R U III 10/34.

## Größe und Bevölkerung einiger europäischer Staaten.

Land	Jahr der Zählung	Bevölkerung in Millionen	Fläche in 1000 km <sup>2</sup>
Belgien .....	1934	8,2	30,4
Bulgarien .....	1934	6,1	103,1
Dänemark .....	1930	3,6	44,3
Danzig .....	1929	0,4	1,9
Deutsches Reich .....	1933	66,0	470,7
England .....	1931	46,2	242,5
Estland .....	1934	1,1	47,5
Finnland .....	1930	3,7	388,4
Frankreich .....	1931	41,8	551,0
Griechenland .....	1928	6,2	130,2
Italien .....	1931	41,2	410,1
Lettland .....	1930	1,9	65,8
Litauen .....	1931	2,2	53,2
Niederlande .....	1930	7,9	34,2
Norwegen .....	1930	2,8	322,7
Österreich .....	1934	6,8	83,8
Polen .....	1931	32,1	388,6
Rumänien .....	1930	18,0	295,0
Rußland .....	1932	163,7	21 534,4
Schweden .....	1935	6,2	448,4
Schweiz .....	1930	4,1	41,3
Spanien .....	1930	23,9	512,0
Tschechoslowakei .....	1930	14,7	140,4
Ungarn .....	1930	8,7	93,0

## Rüstungsausgaben einiger Länder

Land	Heeresetat	Umrechnungsfuß in M
England .....	119 Millionen Pfund	1 £ = 12,32
Frankreich .....	16,239 Milliarden Frank	100 Fr. = 16,41
Rußland .....	2,25 Milliarden Rubel	1 R. = 2,16
Polen .....	829 Millionen Zloty	100 Zl. = 46,95
Tschechoslowakei .....	2,042 Milliarden Kronen	100 Kr. = 10,29
Rumänien .....	5,975 Milliarden Lei	100 Lei = 2,49
Italien .....	4,676 Milliarden Lire	100 Lire = 20,43

Gewichte von Kampfstoffen:<sup>1</sup>

Blaukreuz: Clark I .....	11,00 g/l
Clark II .....	10,60 g/l
Abamsit .....	11,50 g/l
Grünkreuz: Phosgen .....	4,11 g/l
Verstoff .....	8,23 g/l
Clop .....	6,84 g/l
Gelbkreuz: Kost .....	6,62 g/l
Lewisit .....	8,63 g/l
Luft .....	1,29 g/l

Zahlreiche Aufgaben, die die Folgerungen aus ähnlichem Zahlenmaterial dem Schüler unmittelbar nahebringen, finden sich bereits in einer Reihe von neueren Rechenbüchern und Ergänzungsheften (Lit. I, 8, 21, 23).

<sup>1</sup> Vgl. S. 166, 208.

Gleichermaßen an den geometrischen Elementarunterricht und den Physikunterricht kann die Behandlung der einfachsten Aufgaben über Flug-, Wind- und Eigengeschwindigkeiten anknüpfen, die in dieser Verbindung ein anschauliches Bild von den Faktoren vermitteln, die neben der eigentlichen Leistungsgeschwindigkeit des Flugzeuges bei einem Flug maßgebend sind. Im Physikunterricht schließt sich an das Parallelogramm der Kräfte das Parallelogramm der Geschwindigkeiten an; im Kraftbegriff wie im Geschwindigkeitsbegriff lernt der Schüler vektorielle Begriffe kennen und erfährt zum erstenmal den Unterschied zwischen einem Skalar und einem Vektor.

Auf dieser Altersstufe wird der Vektor — wie wohl überhaupt im Schulunterricht — auf die Ebene beschränkt; die Einübung und Befestigung dieses neuen Begriffes erfolgte bisher im wesentlichen an Kräftezerlegungen, an einfachen Maschinen usw. oder als Geschwindigkeitszerlegungen etwa beim Segeln oder Schwimmen. Darüber hinaus bieten nun Probleme der Flugzeuglehre ein interessantes und vielseitiges Anwendungsgebiet, an dem die Mathematik teilhat.

So führt z. B. die Frage, wo auf einer Flugkarte (1 : 1 000 000) alle Orte liegen, die ein Flugzeug von einem Startplatz  $O$  Dorf aus bei einer Eigengeschwindigkeit von  $c$  km/h in einer Stunde erreichen kann, auf den Kreis gemäß seiner Definition als geometrischer Ort. Dabei ist Windstille vorausgesetzt; das Hinzunehmen des Windes erfordert das Einfügen des Winddreiecks, dessen drei als Vektoren aufzufassende Seiten die Vektoren der Windgeschwindigkeit  $w$ , der Eigengeschwindigkeit  $c$  und der Reisegeschwindigkeit (Geschwindigkeit über Grund)  $v$  sind. Da die Eigengeschwindigkeit des Flugzeuges in allen Richtungen gleich groß ist, ist in diesem Falle der gesuchte geometrische Ort ein Kreis um den Endpunkt  $M$  des Windvektors  $w$  mit der Größe der Eigengeschwindigkeit  $c$  als Radius (Abb. 1). Der Startplatz  $O$  liegt innerhalb des Kreises, auf dem Kreise oder außerhalb des Kreises, je nachdem die Windgeschwindigkeit kleiner, gleich oder größer als die Eigengeschwindigkeit ist. Dabei ist die nähere Untersuchung des zweiten und dritten Falles ohne Interesse, da bei modernen Flugzeugen die Eigengeschwindigkeiten stets größer sind als die höchsten Windgeschwindigkeiten.

Alle diese Dinge lassen sich leicht im Geometrieunterricht erörtern und bilden zugleich eine Wiederholung der Kartenkunde und der verschiedenen Maßstäbe. Zur Schonung der Karten wird zweckmäßig nicht auf diesen selbst gezeichnet, sondern die Karte mit einem durchscheinenden Papierblatt bedeckt (Schreibmaschinendurchschlagpapier!) und die Konstruktion auf diesem Blatt durchgeführt.

An die Diskussion des Winddreiecks schließt sich zwanglos die Besprechung der Reichweite an, d. h. derjenigen Strecke, die ein Flugzeug bei voller Motorenlei-

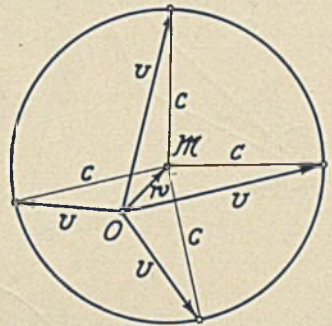


Abb. 1.

fliegen kann. Diese Reichweite ist, wie aus einer einfachen elementargeometrischen Betrachtung folgt (Lit. I, 30), stets bei Windstille am größten.

Eine andere Anwendung dieser Überlegungen bildet das Stoppdreieck, wo aus den abgestoppten Zeiten, die ein Flugzeug zum Überfliegen eines abgesteckten Dreiecks braucht, seine Eigengeschwindigkeit ermittelt werden kann (Lit. I, 30). Leitet die Auswertung dieser Betrachtungen mehr und mehr zur Physik hinüber,

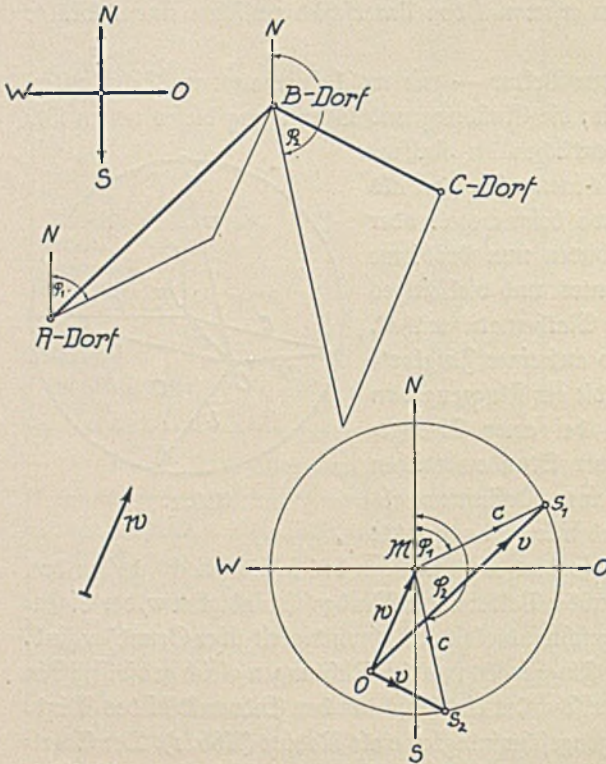


Abb. 2.

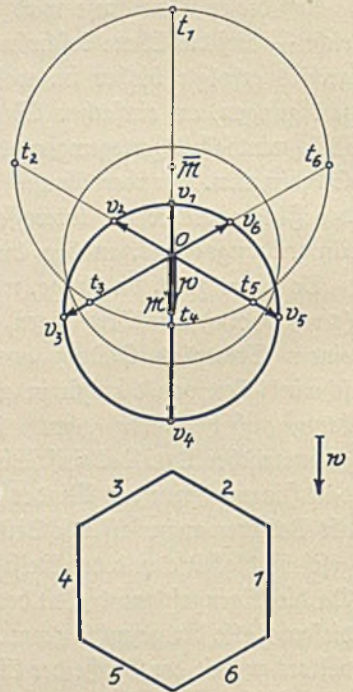


Abb. 3.

so bleibt die Bestimmung des Kompaßkurses für eine gegebene Flugstrecke wieder in mehr geometrischem Gebiet und bildet ein Anwendungsgebiet für eine elementargeometrische Übung des Schülers, die später, nach der Einführung der trigonometrischen Funktionen, auch analytisch unterbaut werden kann.

Diese wichtigste Aufgabe der Navigation besteht in der Bestimmung des Kompaßkurses für eine vorgegebene Flugstrecke, wobei angenommen wird, daß von Punkt zu Punkt geradlinig geflogen wird (Lit. I, 30). Soll ein Flugzeug mit der Eigengeschwindigkeit  $c$  von A-Dorf über B-Dorf nach C-Dorf fliegen, so werden die Richtungen AB und BC durch den Punkt O, den Anfangspunkt der Geschwindigkeitsvektoren, parallel übertragen und mit dem Geschwindigkeitskreis, des-

sen Mittelpunkt der Endpunkt M des von O ausgehenden Windgeschwindigkeitsvektors  $w$  und dessen Radius gleich der Eigengeschwindigkeit  $c$  des Flugzeuges ist, zum Schnitt gebracht. (Der Maßstab für den Geschwindigkeitskreis ist dabei beliebig.) Die Verbindung der Schnittpunkte  $S_1$  und  $S_2$  mit dem Mittelpunkt M liefert die Kursrichtung; der Winkel  $\varphi_1$  bzw.  $\varphi_2$  des einzuhaltenden Kurses gegen die Nordrichtung sowie die Größe  $v$  der Geschwindigkeit über Grund lassen sich unmittelbar aus dieser Zeichnung entnehmen (Abb. 2).

Ebenso schnell läßt sich die für die Strecke benötigte Flugdauer ermitteln, indem durch die Endpunkte jeder Flugstrecke die Parallelen zu der Windrichtung und der wirklichen Flugrichtung gezogen und miteinander zum Schnitt gebracht werden. In einem solchen Dreieck ist die Maßzahl der Strecke parallel zur Windrichtung gleich  $w \cdot t$ , wenn  $t$  die Flugdauer ist; die Flugdauer läßt sich also aus dieser Strecke mit Hilfe des im Geschwindigkeitskreis verwandten Maßstabes ablesen.

Diese Konstruktionen gewinnen noch an Interesse, wenn man sich nicht darauf beschränkt, während des ganzen Fluges einen nach Richtung und Stärke konstanten Wind vorauszusetzen, sondern das Flugzeug durch verschiedene Windgebiete fliegen läßt.

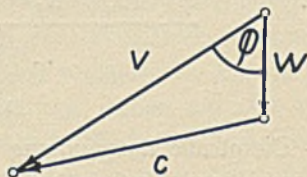


Abb. 4.

Die Bestimmung der Flugdauer für eine geschlossene Bahn bildet eine leicht durchzuführende Anwendung der Lehre von den regelmäßigen Vielecken. Für ein regelmäßiges Sechseck als Bahn zeigt Abb. 3 die konstruktive Durchführung; zur Vereinfachung ist die Seitenlänge des Sechsecks ebenso wie die Eigengeschwindigkeit des Flugzeuges als Einheit gewählt, was bei der Willkür des Maßstabes keine Einschränkung der Allgemeinheit bedeutet. Die Windgeschwindigkeit ist halb so groß wie die Eigengeschwindigkeit gewählt. Die Größe der sechs Geschwindigkeitsvektoren  $v_1 \dots v_6$ , von denen je zwei benachbarte einen Winkel von  $60^\circ$  bilden, läßt sich aus der Figur abgreifen; ihre reziproken Werte ergeben die sechs Flugzeiten  $t_1 \dots t_6$ . (Auch geometrisch lassen sich die Größen dieser Flugzeiten aus dem „Zeitkreis“ abgreifen, der aus dem Geschwindigkeitskreis durch Inversion an dem um O beschriebenen Einheitskreis hervorgeht.) Die Summe der Flugzeiten ergibt als Gesamtflugdauer  $T = 7,49$ , also gegenüber der Flugdauer bei Windstille ( $w = 0$ )  $T' = 6$  eine Vermehrung um rund 25%.

$$s = 1; c = 1; w = 0,5 \quad \left\| \begin{array}{cccccc} v_1 = 0,5 & v_2 = 0,65 & v_3 = 1,15 & v_4 = 1,5 & v_5 = 1,15 & v_6 = 0,65 \\ t_1 = 2 & t_2 = 1,54 & t_3 = 0,87 & t_4 = 0,67 & t_5 = 0,87 & t_6 = 1,54 \end{array} \right\|$$

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 = 7,49; \quad T' = 6$$

$$\frac{T - T'}{T'} = \frac{1,49}{6} \approx 0,25; \quad \text{Flugdauererhöhung } 25\%.$$

Die rechnerische Untersuchung derselben Problemstellung bildet eine einfache Anwendung des Cosinussatzes der ebenen Trigonometrie. In dem Dreieck der Ge-

schwindigkeitsvektoren (Abb. 4) sind  $c = 1$  und  $w = \frac{1}{2}$  sowie der Winkel  $\varphi$  gegen die Nord-Süd-Richtung bekannt; aus dem Cosinussatz

$$c^2 = v^2 + w^2 - 2 v w \cos \varphi$$

folgt demnach für die sechs Flugstrecken

- |    |                        |  |               |              |
|----|------------------------|--|---------------|--------------|
| 1. | $\varphi = 180^\circ,$ | $v_1 = c - w,$                                       | $v_1 = 0,5,$  | $t_1 = 2$    |
| 2. | $\varphi = 120^\circ,$ | $v_2 = -\frac{w}{2} + \sqrt{c^2 - \frac{3}{4} w^2},$ | $v_2 = 0,65,$ | $t_2 = 1,54$ |
| 3. | $\varphi = 60^\circ,$  | $v_3 = +\frac{w}{2} + \sqrt{c^2 - \frac{3}{4} w^2},$ | $v_3 = 1,15,$ | $t_3 = 0,87$ |
| 4. | $\varphi = 0^\circ,$   | $v_4 = c + w,$                                       | $v_4 = 1,5,$  | $t_4 = 0,67$ |
| 5. | $\varphi = 60^\circ,$  | $v_5 = v_3,$   | $v_5 = 1,15,$ | $t_5 = 0,87$ |
| 6. | $\varphi = 120^\circ,$ | $v_6 = v_2,$   | $v_6 = 0,65,$ | $t_6 = 1,54$ |

$$T = \sum_{\lambda=1}^6 t_\lambda = 7,49.$$

Die gleiche Untersuchung läßt sich ebenso für jedes andere regelmäßige Vieleck durchführen. Auch in der Prima kann auf die Frage noch einmal zurückgegriffen werden, indem die Flugdauer  $T$  (etwa für ein regelmäßiges  $n$ -Eck) als Funktion der Windgeschwindigkeit berechnet und die kürzeste Flugdauer nach den Methoden der Extremwertberechnung bestimmt wird. Für das oben benutzte regelmäßige Sechseck ( $s = 1, c = 1$ ) lautet diese Funktion

$$T = 2 \frac{1 + \sqrt{4 - 3w^2}}{1 - w^2},$$

die für  $w = 0$  ein Minimum besitzt.

Die Schule wird sich auf ein regelmäßiges Vieleck als Flugbahn beschränken; die Durchführung für eine kreisförmige Flugbahn führt, wie leicht bestätigt wird, auf einen im wesentlichen ein elliptisches Integral enthaltenden Ausdruck

$$T = \int_0^{2\pi} \frac{w \cos \varphi - \sqrt{1 - w^2 \sin^2 \varphi}}{w^2 - 1} d\varphi$$

für die Flugdauer  $T$  beim Durchfliegen des Einheitskreises mit der Eigengeschwindigkeit  $1$ .<sup>2</sup>

Allgemein ergibt sich, daß mit zunehmender Windstärke die Flugdauer stets wächst, im Einklang mit der Tatsache, daß die Reichweite eines Flugzeuges bei Windstille am größten ist.

Bei allen diesen Konstruktionen und Rechnungen darf der Schüler aber nicht im unklaren darüber gelassen werden, daß sie stets nur für gleichförmigen Wind

<sup>2</sup> Für die Behandlung im Unterricht wird ein Vordringen bis zum elliptischen Integral nicht in Frage kommen.



und für gleichförmige Bewegung gelten, also in gewissem Sinne einen Idealfall darstellen. Jeder Windstoß, vor allem auch jede Vertikalbewegung der Luft an manchen Stellen sind Störungsfaktoren. Auf einen derartigen Einfluß, der sich besonders dann bemerkbar macht, wenn das Flugzeug in eine Kurve geht, kann evtl. die Physik eingehen; für den geometrischen Unterricht bilden die aufgezeigten Anwendungen eine Anregung und Bereicherung, die der Lehrer zur Belebung des manchmal etwas trockenen Stoffes vielfach einflechten kann.

Das Gebiet der sphärischen Trigonometrie erhält durch die Einbeziehung der Luftfahrt in die Schule eine ganz besondere Bedeutung. Allerdings macht die Behandlung der Flugzeugnavigation die Anwendung von für die Schule ganz neuen Methoden erforderlich. Dazu ist vor allem festzustellen, daß die Navigation von Flugzeugen grundsätzliche Unterschiede zu der von Seeschiffen aufweist. Schon die üblichen Schulaufgaben: „Ein Schiff fährt von . . .“ entbehren der Anwendbarkeit in der Praxis, da nur Aufgabensammlungsschiffe auf dem Großkreise zu segeln pflegen, wirkliche Schiffe dagegen die für die Nautik allein maßgebende Loxodrome (oder doch jedenfalls Stücke von ihr) benutzen. Wollte man jedoch, um auch die Luftfahrt zu ihrem Rechte kommen zu lassen, in derartigen Aufgaben das Wort „Schiff“ einfach durch das Wort „Flugzeug“ ersetzen, so käme man zu Aufgaben, die für die Flugzeugnavigation lediglich wertlose Rechnereien darstellen.

Wenn aber der Mathematikunterricht auch auf diesem Gebiete die Probleme der Fliegerei so behandeln will, wie sie sich tatsächlich aus der Praxis ergeben, so wird er um eine eingehende Behandlung der der Flugzeugnavigation zugrunde liegenden Eigenheiten nicht herumkommen. Dazu kommt, daß gerade dieses Gebiet in besonderer Weise der Fassungskraft und dem tätigen Interesse des Schülers entgegenkommt: die hier zur Anwendung gelangenden geometrischen Methoden sind so anschaulich und sinnfällig und können weit vor der eigentlichen sphärischen Trigonometrie behandelt werden, daß man versucht ist, in Analogie an die ebene Geometrie und Trigonometrie dieses Gebiet geradezu als „Sphärische Geometrie“ zu bezeichnen.

Karte und Kompaß sind für die Flugzeugnavigation, ebenso wie für die Seeschiffsnavigation die wichtigsten Hilfsmittel. Aber schon in der praktischen Anwendung dieser Geräte finden sich zwischen Flugzeug und Schiff wesentliche Unterschiede. Sie liegen zum Teil in der weitaus größeren Geschwindigkeit des Flugzeuges gegenüber dem Seeschiff, die dazu zwingt, nur solche Methoden für die Navigation anzuwenden, die äußerst einfach, schnell und leicht zu handhaben sind. Dazu kommt, daß die Flugzeuggeschwindigkeit nur in verhältnismäßig engen Grenzen variiert werden kann und selbst seine Mindestgeschwindigkeit noch über der Höchstgeschwindigkeit des normalen Seeschiffes liegt, ganz abgesehen von der Unmöglichkeit, diese Geschwindigkeit etwa auf Null herabzusetzen, wie es das Seeschiff mitunter zur Vornahme von Peilungen tun muß und kann. Die Unsichtbar-

keit des Meeresbodens, die derartige Peilungen für die Schiffsnavigation erforderlich macht, fällt für das Flugzeug im allgemeinen fort, wenn man von dem verhältnismäßig seltenen Fall von Bodennebel absieht. Aber auch im Falle einer geschlossenen höheren Wolkendecke kann der Flieger jederzeit unter diese gehen, um seine Position zu bestimmen. Ein weiterer Grund für die etwas lässigere Handhabung der Peilung im Flugzeug liegt darin, daß dieses ja infolge seiner hohen Geschwindigkeit in kurzer Zeit große Strecken zurücklegt und überdies ohne Strandungsgefahr seinen Weg seitlich an den Peilungspunkten vorbei oder auch über diese hinweg nehmen kann. Demgegenüber muß das Seeschiff, besonders in der Nähe der Küste bei weitem sorgfältigere und zeitraubendere Ortsbestimmungen vornehmen, zumal etwaige Untiefen des unsichtbaren Meeresbodens ihm eine weit geringere Abweichung vom richtigen Kurse gestatten als dies für das Flugzeug gilt.

Für das Flugzeug ergibt sich weiterhin die Möglichkeit, dank seiner hohen Geschwindigkeit auch Umwege ohne allzu große Zeitverluste zu machen. Solche Umwege können einerseits natürlich die Folge ungenauer Ortsbestimmungen sein, könnten also durch genauere Navigationsmethoden auf ein Mindestmaß reduziert werden. Andererseits werden jedoch in den weitaus häufigsten Fällen unvorhersehbare Umwege durch das Umfliegen von Schlechtwettergebieten erforderlich, so daß in solchen Fällen selbst die genaueste vorherige Ausarbeitung der Flugstrecke illusorisch wird. Letzten Endes aber ist die peinlich genaue Ortsbestimmung eine Frage der Wirtschaftlichkeit: es wird sich kaum durchführen lassen, lediglich einer oder auch zweier Dezimalstellen zuliebe die Stärke der Flugzeugbesatzung zu erhöhen, zusätzliche Räumlichkeiten für die Unterbringung großer Präzisions- und Peilkompassse zu schaffen und das erhebliche Gewicht dieser Instrumente, Chronometeruhren usw. in Kauf zu nehmen.

Somit bleibt also die Karte das Haupthilfsmittel für das Fliegen selbst, und an die Stelle der rechnerischen Ermittlung der Flugstrecke treten in fast allen Fällen zeichnerische Verfahren.

Für den Schulunterricht ergibt sich daraus die Notwendigkeit, die wesentlichsten Kartenprojektionen zu behandeln und durch das Zeichnen von Gradnetzen den Schüler mit den Hauptmöglichkeiten der Darstellung der Kugeloberfläche in der Ebene bekannt und vertraut zu machen. Es ist ein besonderer Vorzug dieses Gebietes, daß es im unmittelbaren Anschluß an die ebene Trigonometrie behandelt werden kann, da zu seiner Durchführung nur die Kenntnis der trigonometrischen Funktionen gefordert zu werden braucht. Allerdings genügt es nicht, nur die den einzelnen Projektionen zugrunde liegenden Hauptgedankengänge theoretisch zu erörtern; vielmehr ist unbedingt zu fordern, daß die Schüler eine Reihe von Gradnetzen in allen Einzelheiten selbst entwerfen und bis zur Reizeichnung durchführen. Es ist eben hier wie auf vielen anderen Gebieten: die bloße Theorie genügt nicht; man muß es selbst einmal gemacht haben. (Eine ausgezeichnete Einführung in die Praxis des Kartentwurfes gibt Lit I, 35.)

Aus der Vielzahl der möglichen Kartenprojektionen wird man diejenigen auswählen, die für die Luftfahrt am wichtigsten sind. Es sind dies

1. Mercatorprojektion,
2. stereographische Projektion,
3. gnomonische Projektion,
4. Kegelprojektion.

Die Mercatorkarte ist die Grundkarte der Luftfahrt überhaupt. Sie ist die einzige Karte, die Winkeltreue mit geradlinig erscheinenden Loxodromen (Wege konstanten Kurses) vereinigt. Die an sich naheliegende Forderung, ein Ziel auf der Erde auf

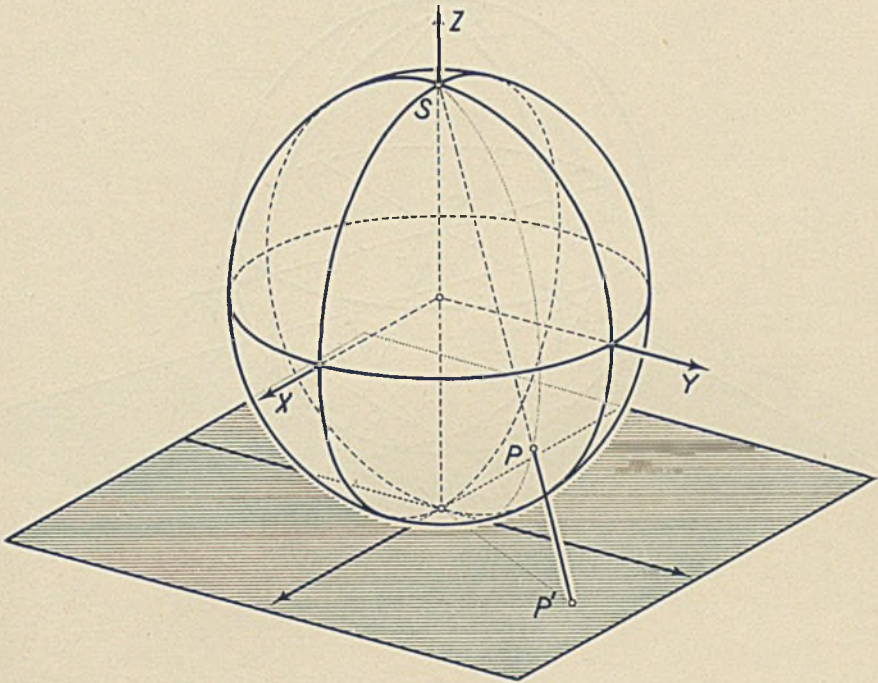


Abb. 5.

dem kürzesten Wege zu erreichen, läßt sich wie in der See, so auch in der Luftfahrt deshalb nicht erfüllen, weil der Pilot an die Benutzung des Kompasses gebunden ist. Beim Fliegen auf dem Großkreise als der kürzesten Entfernung zweier Punkte auf der Kugeloberfläche ändert sich jedoch der Kurs beständig. Allein der Äquator und die Meridiane sind Orthodromen und Loxodromen zugleich.

Die Mercatorprojektion ist eine Zylinderkonstruktion; es wachsen bei ihr die Abstände der Breitengrade in demselben Verhältnis wie die Abstände der Meridiane. Da diese auf dem Zylinder parallel bleiben und nicht nach den Polen zu mit dem Cosinus der Breite abnehmen, läßt sich die Mercatorkarte nicht bis zu den Polen ausdehnen. Die dadurch bewirkten Längenverzerrungen ergeben in höheren

Breiten starke Flächenverzerrungen und machen sie damit für die allgemeinen Zwecke der Erdkunde, insbesondere zu Flächenvergleichen unbrauchbar.

Für die Benutzung in hohen Breiten oder für Polarflüge kann die Mercatorkarte nicht benutzt werden. Man benutzt dann an ihrer Stelle eine durch stereographische Projektion gewonnene Karte. Bei dieser Projektion liegt der Projektionspunkt im Nadir des Berührungspunktes. Je nachdem die Projektionsebene die Erde im Pol, im Äquator oder in irgendeinem anderen Punkte der Erdoberfläche berührt, erhält

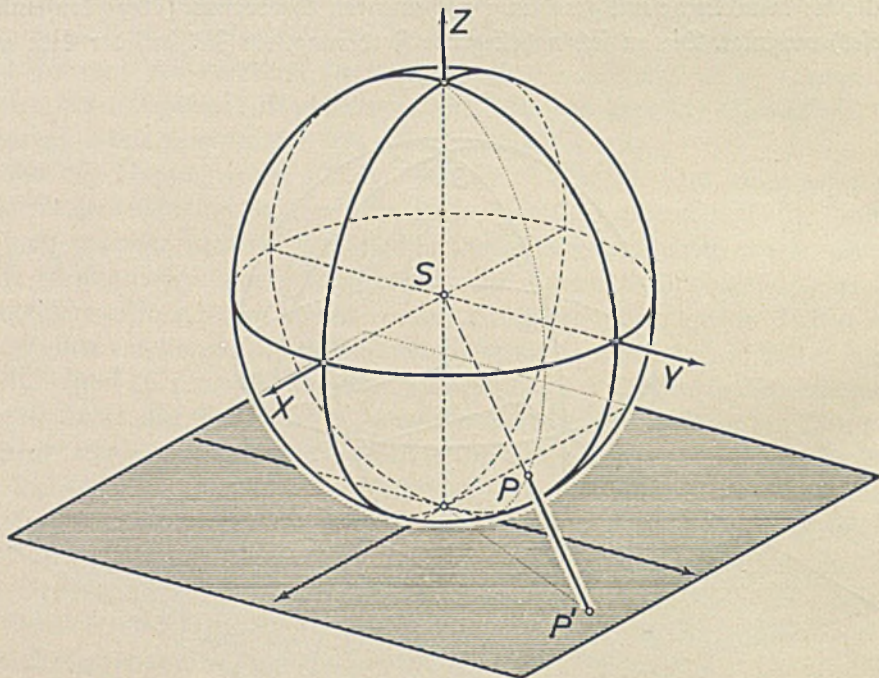


Abb. 6.

man die polständige, äquatorständige oder zwischenständige stereographische Projektion (Abb. 5).

Der Vorteil dieser Projektionsart liegt wiederum in ihrer Winkeltreue; doch werden die Loxodromen im allgemeinen nicht als gerade Linien abgebildet. (Bei der stereographischen Projektion beispielsweise sind es logarithmische Spiralen.)

Verlegt man das Projektionszentrum in den Erdmittelpunkt, so erhält man die gnomonische oder zentrale Projektion. Je nachdem die Projektionsebene die Erde im Pol, im Äquator oder in irgendeinem anderen Punkte der Erdoberfläche berührt, unterscheidet man auch hier wieder die polständige, äquatorständige und zwischenständige gnomonische Projektion (Abb. 6).

Der Vorteil dieser Projektionsart liegt darin, daß sich jeder Großkreis auf der Erdkugel als gerade Linie auf der Karte abbildet. Ihr Nachteil ist die fehlende Winkel-

treue außer im Kartenmittelpunkt; überdies gestattet sie nicht, die volle Halbkugel abzubilden. Doch kann die gnomonische Karte für die Darstellung der Polargebiete mit guter Annäherung benutzt werden. Von besonderem Nutzen ist sie dann, wenn es sich darum handelt, die kürzeste Entfernung zweier sehr weit entfernter Punkte auf der Erdoberfläche zu ermitteln. Zwar läßt sich wegen der fehlenden Winkel-treue der Kurs auf einer derartigen Karte nicht ablesen. Doch kann man sie dazu benutzen, eine beliebige Zahl von Punkten der Orthodrome in eine Mercatorkarte zu übertragen. Verbindet man in dieser die so erhaltenen Punkte geradlinig mitein-

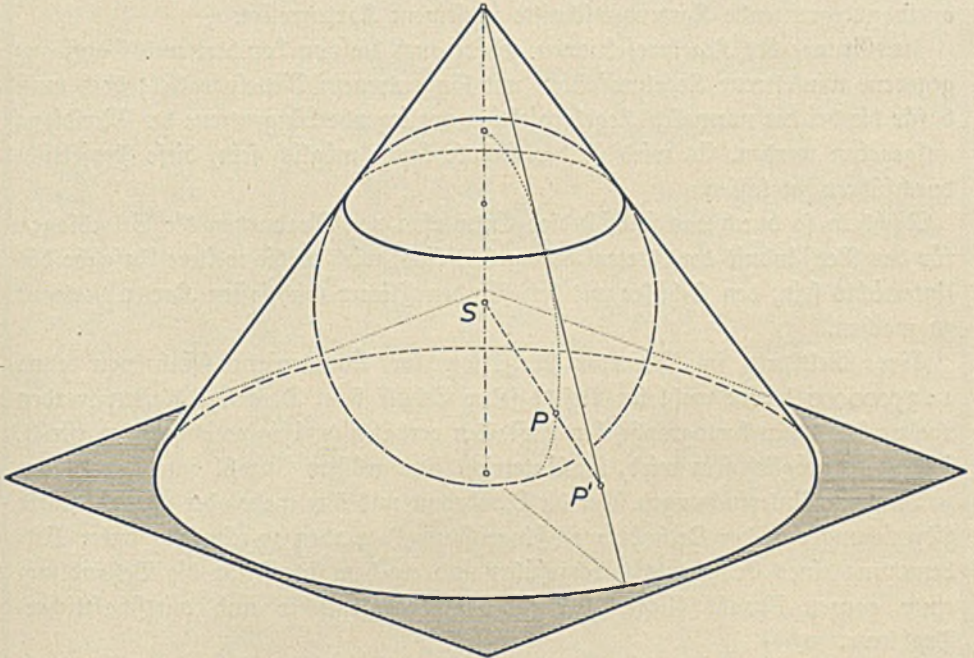


Abb. 7.

ander, so erhält man einen aus Loxodromenstücken bestehenden Polygonzug der Flugstrecke, der sich der Orthodrome annähert. Allerdings ist besonders bei transkontinentalen Langstreckenflügen der orthodromische Kurs nicht immer der fluggeographisch günstigste.

Eine besondere Bedeutung kommt der gnomonischen Karte für die Funkpeilung zu, bei der ja der Peilstrahl auf dem kürzesten Wege, also auf der geradlinig dargestellten Orthodrome verläuft.

Eine Mittelstellung nehmen diejenigen Karten ein, die durch eine Kegelp Projektion entstanden sind. Bei dieser Projektionsart wird das Gradnetz der Erde auf den Mantel eines die Erde längs eines Breitenkreises berührenden Kegels abgebildet (Abb. 7). Auf den so gewonnenen Karten erscheinen allerdings weder die Orthodromen, noch die Loxodromen als gerade Linien, auch ist weder Flächen- noch Winkel-treue gewahrt.

Trotzdem eignen sie sich recht gut dazu, Gebiete mäßiger Nord-Südausdehnung einigermaßen naturgetreu darzustellen. Dabei wird die Darstellung derjenigen Gegenden besonders wenig verzerrt erscheinen, die nicht allzu weit nördlich oder südlich von demjenigen Breitenkreise liegen, der der jeweiligen Karte als Berührungskreis zwischen Erdoberfläche und Kegelmantel zugrunde liegt. Aus diesem Grunde wird man zweckmäßig Karten in Kegelprojektion für verschiedene Breitenkreise entwerfen (etwa von  $10^\circ$  zu  $10^\circ$ ); sie eignen sich für alle Flüge unter 300 km Entfernung. Der Flieger zeichnet in diese Karten den geplanten Flugweg ein und vereinigt mehrere aneinandergrenzende Kartenausschnitte in seinem Kartenroller.

Zur Gruppe der Kegelprojektionen gehört auch die von Lambert und Gauß angegebene winkeltreue Kegelprojektion mit längentreuem Mittelparallel; doch muß dafür die bei der normalen Kegelprojektion vorliegende Längentreue der Meridiane aufgegeben werden. Es wird in der Schule kaum möglich sein, diese Projektion durchzuführen zu lassen.

Nachdem so durch das selbständige Entwerfen von Gradnetzen die Grundlagen für das Verständnis der Kartenkunde gelegt sind, wird es die weitere Aufgabe des Unterrichts sein, den Schüler mit den für den Flieger wichtigsten Karten vertraut zu machen.

Eine Weltkarte in Mercator-Projektion im Äquatorialmaßstab von etwa  $1 : 35\,000\,000$  dürfte wohl im Besitze jeder Schule sein. Derartige Karten werden von verschiedenen kartographischen Anstalten verhältnismäßig preiswert hergestellt, so daß es möglich sein wird, im Unterricht eine größere Anzahl von Exemplaren zu benutzen. Untersuchungen über die Loxodrome und ihre mehr oder weniger starke Abweichung von der Orthodrome (Flugrichtung!) werden zweckmäßig unter Mitbenutzung eines Erdglobus durchgeführt und ergeben Stoff für die Behandlung einer ganzen Anzahl fliegerischer (auch meteorologischer und wirtschaftlicher) Probleme.

Soweit es sich nicht um ausgesprochene Langstreckenflüge handelt, sollte das Gebiet des Deutschen Reiches im Mittelpunkt der unterrichtlichen Behandlung stehen. Wenn dabei zugleich einige erdkundliche Kenntnisse wieder aufgefrischt werden, so kann dies von diesem Fache nur begrüßt werden.

Für die fliegerische Praxis steht ihrer Bedeutung nach an erster Stelle die „Übersichtskarte von Mitteleuropa“ im Maßstab  $1 : 300\,000$  des Reichsamtes für Landesaufnahme, Berlin. Das Gesamtwerk enthält 105 Blätter, von denen 57 auf Deutsches Reichsgebiet entfallen. Die einzelnen Karten sind in 5 Farben gedruckt und mit Schraffen bzw. Schummerung versehen. Der Einzelpreis eines jeden Blattes beträgt *M* 1,40; sämtliche 57 Blätter des Deutschen Reiches sind zu einem Atlas zusammengestellt, dessen Preis *M* 60,— beträgt. Übrigens ist dieses Kartenwerk auch in einer einfarbigen Ausführung zum Preise von *M* 1,— pro Blatt bzw. *M* 50,— für den Atlas des Deutschen Reiches erschienen; doch sollte man wie in der Praxis so auch in der Schule der mehrfarbigen Ausgabe den Vorzug geben.

Der Vorzug dieser Karte besteht darin, daß sie trotz zuverlässigster Angabe aller topographischen Einzelheiten die den Flieger besonders interessierenden Flußläufe, Eisenbahnlinien, Wälder, Städte usw. deutlich und übersichtlich hervortreten läßt. Auch ist die Größe des Einzelblattes und seine Ausdehnung von zwei Längen- und einem Breitengrad navigationstechnisch noch handlich.

Für größere Überlandflüge ist besonders geeignet die „Übersichtskarte des Deutschen Reiches“ im Maßstab 1 : 1 000 000, die seit 1927 vom Reichsamt für Landesauf-

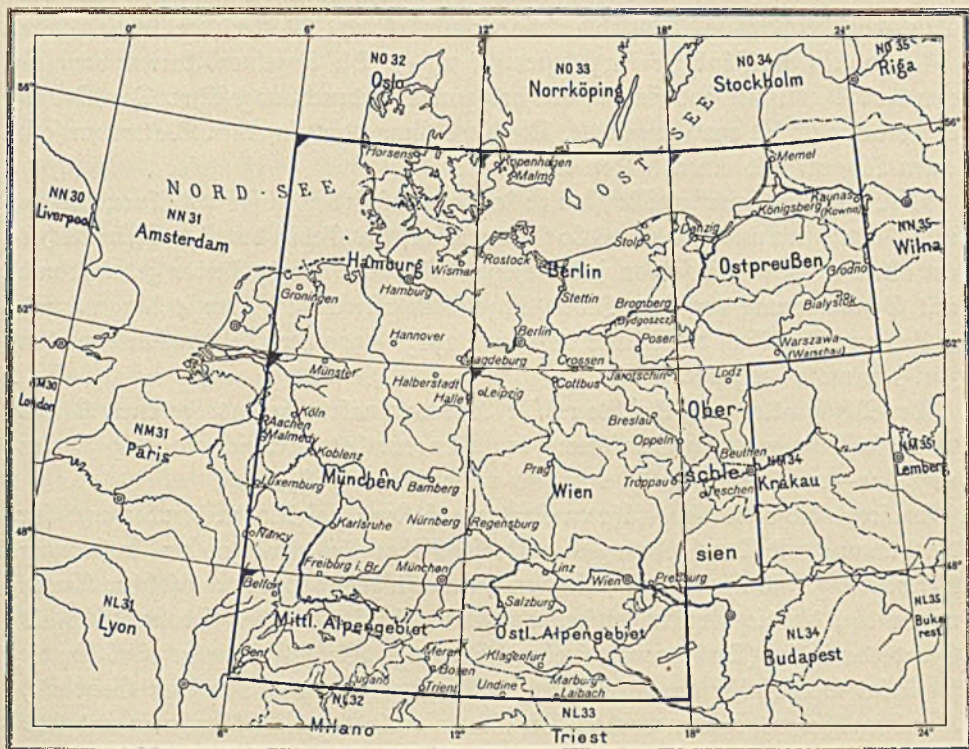


Abb. 8.

nahme herausgegeben wird. Da sie in der Blatteinteilung und Zeichengebung mit der Internationalen Weltkarte übereinstimmt, die für die ganze Welt bearbeitet und von den einzelnen Staaten hergestellt wird, wird sie auch häufig als „Internationale Weltkarte“ bezeichnet. Von den insgesamt 8 auf das Gebiet des Deutschen Reiches entfallenden Blättern sind bisher 6 (Hamburg, Berlin, Ostpreußen, München, Wien, Mittl. Alpengebiet) erschienen. Es stehen noch aus Oberschlesien und Ostl. Alpengebiet. Der Preis des Einzelblattes beträgt M 3,—. Die außerordentlich sorgfältige Ausführung in Buntdruck und die für die Belange der Luftfahrt besonders wichtige und übersichtliche Wiedergabe des Bodenreliefs durch farbig ab-

getönte Höhenschichten sind besondere Vorzüge dieser Karte. Jedes Blatt umfaßt einen Bereich von 6 Längen- und 4 Breitengraden (Abb. 8).

Ebenfalls im Maßstab von 1 : 1 000 000 ist die „DLW. — Luftverkehrskarte von Deutschland“ entworfen, die sich jedoch auf die für den Flieger besonders wichtigen Bodenmerkmale, wie Eisenbahnlinien, Flüsse, Land- und Seeflughäfen usw. beschränkt.

Gegenüber den angeführten Kartenwerken treten die folgenden Karten bezüglich ihrer Bedeutung für die Luftfahrt zurück. Die „Topographische Übersichtskarte des Deutschen Reiches“ im Maßstab 1 : 200 000 umfaßt 174 Blätter zum Preise von je *M* 0,50 (ein vollständiger Satz kostet *M* 50,—). Die einzelnen Karten verzeichnen die Höhenlinien und sind in dreifarbigem Steindruck ausgeführt. Die Weiterbearbeitung ist seit 1929 eingestellt. Die Ausdehnung des einzelnen Blattes umfaßt einen Längen- und einen halben Breitengrad.

Die „Übersichtskarte“ im Maßstab 1 : 800 000 umfaßt den größeren Teil von Europa und Vorderasien und besteht aus 80 Blättern (auf das Gebiet des Deutschen Reiches entfallen 13) zum Preise von je *M* 1,60. Diese Karte ist in 5 Farben gedruckt und mit Schummerung versehen. Jedes Einzelblatt erstreckt sich über 4 Längen- und 4 Breitengrade. Auch die Blätter dieser von 1913—1920 hergestellten Karte werden zur Zeit nicht berichtigt.

Der Bezug aller vom Reichsamt für Landesaufnahme herausgegebenen Karten wird für Schulen durch Gewährung von Mengenrabatten erleichtert (5—9 Karten 10%, 10—199 Karten 20%, 200 und mehr Karten 30%).

Während die bisher angeführten Karten auf Kegelprojektionen beruhen und für die Planung und Durchführung von Überlandflügen bis etwa 300 km Entfernung Verwendung finden, macht sich für Langstreckenflüge die Benutzung solcher Karten notwendig, die die kürzeste Entfernung zweier Punkte auf der Erdoberfläche als Gerade darstellen (Orthodrome; s. oben). Derartige „Größtkreisarten“ sind für die speziellen Bedürfnisse der Luftfahrt vom Seeflugreferat der Deutschen Seewarte, Hamburg, herausgegeben worden. Die Karten enthalten die Höhenlinien und farbige Höhenschichten von 500 zu 500 Metern; sie sind je nach der Lage des dargestellten Gebietes in polständiger, äquatorständiger oder zwischenständiger gnomonischer Projektion entworfen. Um auf diesen weder winkel- noch längentreuen Karten den Kurs und die Entfernung graphisch bestimmen zu können, sind sie am Rande mit Kurs- und Entfernungsdiagrammen versehen.

Es liegen vor:

1. „Karte der nordpolaren Gebiete“,
2. „Karte des nordatlantischen Ozeans“ (zwischen 20° und 70° nördlicher Breite),
3. „Karte des mittelatlantischen Ozeans“ (zwischen 55° nördlicher und 35° südlicher Breite),
4. „Karte von Europa und Asien“.



Für den Unterricht sind diese Karten unentbehrlich, wenn es sich darum handelt, den Schülern wirklichkeitsgetreue Aufgaben und Probleme des Ozean- oder Transkontinentfluges nahezubringen.

Wie schon eingangs bemerkt wurde, erfolgt auf dieser Stufe die Lösung aller derartiger Aufgaben allein durch Zeichnung und kann deshalb vor der eigentlichen sphärischen Trigonometrie behandelt werden. Für diese selbst kann aber durch die klare Gegenüberstellung von Loxodrome und Orthodrome wertvolle Vorarbeit geleistet werden. Von der Flugpraxis her gesehen ergibt sich eben immer nur die Wahl, entweder bequem (also auf der Loxodrome) oder wirtschaftlich (also auf der Orthodrome) zu fliegen.

Ein weiteres Anwendungsgebiet der sphärischen Geometrie ist die *Funkpeilung*. Auch hier können die verschiedenen Aufgaben der Fremd- und Eigenpeilung auf graphischem Wege gelöst werden.

Dagegen wird man im Mathematikunterricht nur kurz auf die praktische Kompaßkunde eingehen können; sie wird auch im physikalischen Unterricht kaum in aller Ausführlichkeit behandelt werden können, sondern muß als ausgesprochenes Gebiet der fliegerischen Praxis der eigentlichen Navigations- und Fliegerausbildung vorbehalten bleiben.

Selbst bei der nun folgenden trigonometrischen Behandlung der Erd- und Himmelskunde muß man sich in bezug auf die Behandlung von Aufgaben aus dem Gebiete der Luftfahrt einige Beschränkung auferlegen. Wenn schon, wie gezeigt, bei fast allen Flugaufgaben in der Praxis die graphische Lösung an erster Stelle steht, so haben sich auf dem Sondergebiete der terrestrischen und astronomischen Ortsbestimmung eine so große Zahl von Spezialverfahren entwickelt, daß es nicht Sache der Schule sein kann, über die allgemeinen theoretischen Grundlagen hinaus in die Einzelheiten dieser Verfahren einzudringen. Dazu kommt, daß bei der Flugzeugnavigation die Auswertung von Beobachtungen niemals mehr mit der Logarithmentafel, sondern unter Benutzung zahlreicher Spezialapparate vorgenommen wird. Es kann jedoch nicht die Aufgabe des Mathematikunterrichts sein, die Schüler in die Theorie und Praxis derartiger Positionsrechenmaschinen, Meßkreise, nautischen Mikrorechenmaschinen usw. einzuführen, ganz abgesehen von der Unmöglichkeit der Beschaffung derartiger Instrumente für die Schule.

Um dennoch bei der Rechnung von Flugaufgaben der Praxis einigermaßen Genüge zu tun, hat man darauf zu achten, daß die auftretenden Winkel und Strecken nicht mit einer so weitgehenden Genauigkeit gegeben bzw. errechnet werden, wie sie in der Wirklichkeit weder erforderlich noch erreichbar ist. Die geographischen Koordinaten von Flughäfen sollten deshalb höchstens auf Zehntelgrade genau gegeben werden, und die logarithmische Rechnung findet im allgemeinen mit dreistelligen Logarithmen, also durch Benutzung des Rechenstabes ihr Auskommen. Bei der Angabe von Gestirnhöhen muß überdies die Flughöhe gegeben werden, um die Rimmptiefenkorrektur anbringen zu können. Diese beträgt

Flughöhe in m .....	50	100	500	1000	2000	3000
Rimmtiefe .....	0,2°	0,3°	0,7°	1,0°	1,4°	1,8°

Der Anteil, den der Mathematikunterricht für das Verständnis der mit der Luftfahrt zusammenhängenden wirtschaftlichen Fragen beisteuern kann, scheint zunächst ziemlich begrenzt zu sein. Faßt man jedoch das Gebiet der Wirtschaftsmathematik etwas weiter, als es bisher die Schule mit ihrem im wesentlichen auf Zinseszins-, Renten- und Anleiherechnung beschränkten Umfange getan hat, so gelangt man in eine Fülle von Problemen, die dem Schüler wesentlichere und für das Verständnis von Gegenwartsfragen notwendigere Erkenntnisse zu geben vermögen, als es eine ganze Reihe von trockenen und noch dazu fingierten sogenannten „Aufgaben aus der Wirtschaftspraxis“ vermochten.

Zunächst kann man theoretisch die Frage der Wirtschaftlichkeit des Luftverkehrs in der Weise untersuchen, daß man die Beziehungen erörtert, die sich zwischen den Flugkosten, der Fluggeschwindigkeit, der Flugweite und den technischen Daten der Verkehrsflugzeuge aufstellen lassen.

Bedeutet

K den Mindestflugpreis in Reichspfennigen pro Person und Kilometer,  
 k diejenigen Kosten in Reichspfennigen, die für den Motorantrieb pro Stunde und PS aufgewendet werden müssen,

$G_p$  das Gewicht einer Person mit Gepäck,

n die Anzahl der Sitzplätze,

N die gesamte Motorenleistung in PS,

e den Verbrauch an Betriebsmitteln in kg pro Stunde und PS,

T die Flugdauer in Stunden,

$G_z$  die gesamte Zuladung, die sich zusammensetzt aus der Brennstoffzuladung  $G' = e \cdot T \cdot N$  und der Fluggast- und Gepäckzuladung  $n \cdot G_p$ ,

a den Quotienten aus der Anzahl der tatsächlichen und der Anzahl der möglichen Fluggäste („Besetzungsfaktor“),

R die Reichweite des Flugzeuges,

v die Geschwindigkeit des Flugzeuges,

$v_w$  die Stärke des Gegenwindes bzw. (mit negativem Vorzeichen) des Rückenwindes,

$f_p$  die Gesamtwiderstandsfläche des Flugzeuges pro Sitzplatz, so lassen sich verhältnismäßig leicht (Lit. I, 30) die Beziehungen herleiten:

$$K = \frac{k \cdot G_p}{a \left[ \frac{G_z}{N} (v - v_w) - e \cdot R \right]} \tag{I}$$

$$K = \frac{k \cdot f_p \cdot v^3}{20995 \cdot a \cdot (v - v_w)^3} \tag{II}$$

<sup>3</sup> Diese Beziehungen sollen natürlich keinesfalls von den Schülern als „Formeln“ auswendig gelernt werden.

Errechnet man nun für eine Reihe von Werten  $v$  die entsprechenden  $K$  und trägt zusammengehörige Wertepaare in ein rechtwinkliges cartesisches Koordinatensystem ein, so erhält man ein Kosten-Geschwindigkeits-Diagramm, in dem im Schnittpunkt der Kurven I und II der Mindestflugpreis  $K$  und die dazugehörige Geschwindigkeit  $v$  abgelesen werden können.

Die Diskussion dieser zeichnerischen Lösung ergibt, daß die gefundenen Kosten  $K$  tatsächlich das Minimum darstellen. Mit jeder Geschwindigkeitssteigerung wachsen auch die Betriebsmittelkosten. Es ist jedoch interessant, zu beobachten und wiederum an Hand dieser graphischen Darstellung zu belegen, wie entscheidend der Einfluß der Gesamtwiderstandsfläche des Flugzeuges pro Sitzplatz  $f_p$  auf die Betriebskostenberechnung und damit auf die Wirtschaftlichkeit des Luftverkehrs überhaupt ist. Diese Gesamtwiderstandsfläche pro Sitzplatz ist gegeben durch:

$$f_p = 20995 \cdot \frac{N}{n \cdot v^3}.$$

Kennt man die Motorenstärke, die erzielbare Geschwindigkeit und die Anzahl der Sitzplätze eines Flugzeuges, so läßt sich  $f_p$  berechnen.

Die nachfolgende Tabelle gibt diese Daten für eine Reihe bekannter Flugzeugtypen.

Type	N in Ps	v in km/h	n	$f_p$
Dornier „DO X“ .....	7200	165	100	0,335
Dornier „Bal“ 31 .....	1000	165	14	0,333
Dornier „DO K“ .....	960	200	10	0,252
Fokker „F 32“ .....	2300	198	30	0,207
Fokker „F XX“ .....	1900	300	12	0,122
Boeing „247 D“ .....	1200	300	10	0,093
Lochheeb „Vega“ .....	450	290	5	0,077
Douglas „Airliner“ DC — 2... ..	1400	335	12	0,065
Funkers „Ju 160“ .....	700	340	6	0,062
Heinkel „He 70“ .....	660	377	5	0,052
Lochheeb „Orion“ .....	550	360	5	0,049
Heinkel „He 111“ .....	1760	410	12	0,045

Diese Angaben zeigen deutlich eine Entwicklungstendenz im Sinne immer kleiner werdender Werte von  $f_p$ . Die oben angegebene graphische Darstellung liefert dafür stunfällig die Begründung: kleineren Werten von  $f_p$  entsprechen niedrigere Flugpreise  $K$ . Mit anderen Worten lassen sich also die Flugkosten am leichtesten über den Weg der möglichst weitgehenden Herabsetzung der Widerstände des Flugzeuges vermindern. Damit ist zum mindesten theoretisch die Notwendigkeit des Einsatzes von sogenannten „Schnellflugzeugen“, wie sie die Deutsche Lufthansa seit einiger Zeit auf einer Anzahl von Strecken verwendet, dargetan. Es darf hier jedoch nicht übersehen werden, daß die so ermittelten Kosten in der Praxis des Luftverkehrs noch recht erhebliche Korrekturen nach oben erfahren müssen. Die hier allein in Ansatz gebrachten Betriebsstoffkosten pflegen nämlich im Rahmen der Gesamtkosten der Verkehrsfliegerei nur etwa 10—12% auszumachen. Zu ihnen kommen noch 3. T. ziemlich hohe Aufwendungen für die Amortisation des verhältnismäßig kurz-

lebigen Flugzeugparkes, für die Einrichtung und Instandhaltung der Flughäfen und der Bodenorganisation (Nachtbefeuerung usw.), für die Gehälter des Personals, für Versicherungen, Steuern usw.

Die anteilmäßige Gliederung dieser Ausgaben an den Gesamtkosten des Luftverkehrs veranschaulicht folgende Aufstellung der Deutschen Lufthansa:

Abschreibungen.....	21,4 %
Kosten für Instandhaltung des Fluggerätes .....	20,1 %
Bodenorganisation .....	14,0 %
Fliegendes Personal .....	11,4 %
Betriebsstoff .....	10,5 %
Versicherungsbeiträge .....	6,2 %
Handlungskosten und Steuern.....	5,7 %
Aufwendungen für Versicherungsschäden .....	2,8 %
Start- und Landegebühren .....	2,5 %
Allgemeine Kosten des Flugbetriebes .....	1,5 %
Technische Entwicklung und technische Kontrolle.....	1,0 %
Sonstiges .....	2,9 %

Die eingehende Besprechung dieser Zahlen in Verbindung mit der vorher durchgeführten Ermittlung der theoretischen Flugpreise vermag den Schülern einen eindrucksvollen Begriff von den Schwierigkeiten zu geben, die einer „Eigenwirtschaftlichkeit“ des Luftverkehrs heute noch in den meisten Ländern (über Ausnahmen wird weiter unten zu sprechen sein) entgegenstehen. Das Problem liegt eben — ganz allgemein gesehen — so, daß jeder Erfolg eines Verkehrsmittels sich als ein Kompromiß zwischen Schnelligkeit und Billigkeit darstellt. Die Richtigkeit dieses Satzes läßt sich im Unterricht auch historisch an den Gegenüberstellungen Postkutsche — Eisenbahn, Segelschiff — Dampfschiff, Pferdewagen — Kraftwagen erweisen. Für die Luftfahrt ergibt sich daraus, daß sie zunächst ein Unternehmen darstellen muß, das ohne ideelle und vor allem materielle Unterstützung von interessierten Stellen kaum lebensfähig ist.

Es wird sich also darum handeln, zunächst durch unter den Selbstkosten liegende Tarife auf der einen Seite und durch wesentlich über denen anderer Verkehrsmittel liegende Geschwindigkeiten auf der anderen Seite den Luftverkehr zu einem aus dem modernen Wirtschaftsleben schlechthin nicht mehr fortzudenkenden Faktor zu machen. Wenn dann, was zu erwarten ist, auch die technische Entwicklung der Flugzeuge zu einem gewissen Abschluß gebracht worden ist, wird sich die Eigenwirtschaftlichkeit des Luftverkehrswesens wahrscheinlich ganz organisch von selbst einstellen.

In der Schule wird man für die Berechnung der unter den angegebenen Gesichtspunkten kalkulierten Tarife für die Beförderung von Personen, Post und Fracht zweckmäßig den Flugplan der Deutschen Lufthansa benutzen, der von allen Reisebüros oder von der Deutschen Lufthansa direkt in jeder beliebigen Anzahl kostenlos

abgegeben wird. Ein Vergleich dieser Tarife mit denen von Eisenbahn oder Dampfschiff führt zu folgender Tabelle, deren Diskussion zum Verständnis der hier in Rede stehenden Fragen beitragen wird (Lit. I, 32).

Tarife im Luftverkehr gegenüber den konkurrierenden Verkehrsmitteln im kontinentalen Verkehr im Jahre 1934

Verkehrsverbindungen	Flugzeug			Eisenbahn				Seeschiff		
	Personenverkehr RM/1/km	Postverkehr Briefpost RM/1/km	Frachtverkehr RM/1/km	Fernpersonenverkehr		Postverkehr Briefpost RM/1/km	Frachtverkehr RM/1/km	Personenverkehr I. Klasse RM/1/km	Postverkehr Briefpost RM/1/km	Frachtverkehr RM/1/km
				I. Klasse RM/1/km	II. Klasse RM/1/km					
Berlin—Rom . . .	0,10	17,30	1,30	0,097	0,067	8,79	0,16	—	—	—
Berlin—Moskau . .	0,11	13,94	1,39	0,071	0,058	7,97	0,17	—	—	—
Berlin—Paris . . .	0,13	26,40	1,97	0,088	0,060	14,04	0,24	—	—	—
Hamburg—London	0,15	28,75	1,78	0,110	0,081	17,30	0,24	0,08	13,90	0,030
Hamburg—Oslo . .	0,17	30,40	1,76	—	—	—	—	0,08	18,75	0,042
Rom—Barcelona . .	0,12	25,30	2,29	0,076	0,061	11,04	0,11	0,14	—	0,073
Rußland westl. d. Ural	0,28	36,20	4,44	0,074	0,060	9,70	0,31	—	—	—
Rußland östl. d. Ural	0,91	24,50	11,55	0,090	0,060	6,47	0,31	—	—	—

Weiterhin wird man an dieser Stelle im Unterricht eine Aufstellung erarbeiten lassen, die für die Hauptstrecken des kontinentalen Verkehrs Reisezeiten und Reisegeschwindigkeiten der hauptsächlichsten Verkehrsmittel enthält. (Tabelle s. S. 84)

Die hier auftretenden Rechnungen werden selbstverständlich unter Benützung des Rechenstabes durchgeführt.

Es zeigt sich, daß die Beförderungskosten des deutschen Luftverkehrs etwa in Höhe der Eisenbahnfahrpreise I. Klasse liegen. Dabei ist jedoch zu bedenken, daß für die Beförderung einer Person rund 70 PS gerechnet werden müssen, und daß weiterhin ein Flugzeug nur zu etwa 60% mit zahlender Last ausnützbar ist. Man hat berechnet, daß unter den gegenwärtigen Verkehrsverhältnissen im europäischen Luftverkehr nur 30—50% der Gesamtkosten durch Eigeneinnahmen gedeckt werden. Da somit die Preispolitik der einzelnen Luftfahrtgesellschaften nicht nach den tatsächlichen Betriebskosten ausgerichtet werden kann, tritt die Frage von Beihilfen (Subventionen) in den Vordergrund, um mit ihrer Hilfe die Beförderungspreise in für den Benutzer tragbaren Grenzen halten zu können.

Zu den unmittelbaren Subventionen gehören diejenigen Mittel, die der Staat an die Luftverkehrsgesellschaften zahlt. Die Geschäftsberichte der Deutschen Luft Hansa für die Jahre 1932 bis 1935 weist folgende staatlichen Beihilfen auf:

1932	Beihilfen einschl. Start- und Landegebühren	15 128 816,11 RM
1933	" " " " " "	17 311 070,79 RM
1934	" " " " " "	20 649 902,91 RM
1935	" " " " " "	19 656 115,22 RM.

Die Frage der Berechtigung dieser Unterstützungssummen sollte gleichfalls im Unterricht zur Erörterung kommen. Es ergibt sich dabei von selbst, daß das Deutsche Reich mit Rücksicht auf die Verkehrs- und vor allen Dingen auf die Wehrpolitik das allergrößte Interesse daran hat, auf diesem Wege die Heranbildung und den Ausbau eines technisch und personell hochentwickelten Luftverkehrs mit allen Mitteln zu fördern.

Reisezeiten und Reisegeschwindigkeiten im europäischen Eisenbahn-, See- und Luftverkehr im Jahre 1934

Verkehrs- verbindungen	Eisenbahn- bzw. Seeverkehr			Luftverkehr				Verhältnis der Reise- zeiten Luft- verkehr: Eisenbahn- bzw. See- verkehr			
	Entfernung	Reisezeit	Reisegeschwindigkeit	Ent- fer- nung	Reisezeit		Reise- geschwindig- keit		ohne	mit	
					ohne	mit	ohne	mit			
	km	h	km/h		km	h	h	km/h	km/h		
					Zeit für Zubringer- dienst	Berücksich- tigung des Zubringer- dienstes		ohne		mit	
								Berücksichti- gung des Zubringer- dienstes			
Berlin—Kopenhagen	447	9 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	47	472	2	3	236	157	1:4,75	1:3,17	
Berlin—Moskau ...	1863	33 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	55	1748	10 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	11 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	163	139	1:3,14	1:2,87	
Berlin—Warschau ...	570	8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	67	520	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	148	116	1:2,43	1:1,89	
Berlin—Wien .....	801	11 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	70	520	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	160	122	1:3,54	1:2,51	
Berlin—Rom .....	1708	24	71	1358	8 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	9 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	165	147	1:2,91	1:2,60	
Berlin—Barcelona ...	2013	37 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	53	1754	11 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	12 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	156	143	1:3,35	1:3,08	
Berlin—Zürich .....	901	12 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	72	700	3 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	187	147	1:3,33	1:2,64	
Berlin—Paris .....	1069	13 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	80	888	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	197	161	1:2,94	1:2,42	
Berlin—Brüssel ...	801	11	73	666	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	148	121	1:2,45	1:2,00	
Berlin—Amsterdam	641	8 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	78	583	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	233	166	1:3,30	1:2,36	
Berlin—London ...	1192	18	66	989	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	220	180	1:4,00	1:3,28	
Berlin—Prag .....	379	5 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	66	281	2	3	140	94	1:2,88	1:1,91	
Wien—Rom .....	1277	25 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	51	892	5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	162	137	1:4,60	1:3,88	
Wien—Budapest ...	274	4	64	225	1	2	225	112	1:4,00	1:2,00	
Wien—Prag .....	351	6 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	56	254	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	169	102	1:4,18	1:2,50	
London—Paris ....	468	6 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	69	360	1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	2 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	206	131	1:3,86	1:2,46	
Paris—Brüssel ....	311	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	96	266	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	177	106	1:2,17	1:1,30	
Paris—Barcelona ..	1212	20 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	60	1177	6 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	7 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	188	162	1:3,25	1:2,80	

Die Berechnung der Höhe der Subventionen wird in den einzelnen Ländern unterschiedlich gehandhabt. In Deutschland wird im allgemeinen für jeden tatsächlich geflogenen Kilometer ein Satz von 1,20 RM bis 5,— RM je nach der Größe des eingesetzten Flugzeugtypes an die Deutsche Luft Hansa, die seit 1926 eine Monopolstellung innehat, gezahlt. Dazu kommen dann noch Sondervergütungen für Start- und Landegebühren. Diese Zahlenangaben ermöglichen es, im Unterricht entsprechende Aufgaben zu behandeln. Die Einnahmen der Deutschen Luft Hansa erhöhen sich dann um die Passage- bzw. Frachtzahlungen der Fluggäste bzw. Frachtauflieferer.

Zu diesen unmittelbaren Subventionen kommen aber noch mittelbare Unterstützungen, wie sie z. B. die Reichspost für die Bereitstellung eines bestimmten Kontingentraumes zahlt. Diese Vergütungen erreichen immerhin eine kaum erwartete Höhe, machen sie doch pro Kilometer das Dreifache der Einnahmen aus der Luftfracht und etwa 188% der Erträge aus dem Personenverkehr aus. Hier liegt auch einer der Hauptgründe für das Bestreben der Deutschen Luft Hansa, besondere Post- und Frachstrecken zu betreiben. Allerdings reicht zum mindesten im innerdeutschen Verkehr die Flugdichte noch nicht aus, um eine wirklich wesentliche Beschleunigung von Luftpostsendungen gegenüber der üblichen Beförderung zu erreichen (Lit. I, 38).

Nach mancherlei Schwierigkeiten, die sich besonders aus den Fesseln des Versailler Diktates ergaben, hat nun Deutschland ein Flugnetz aufgebaut, das in der Welt einzig dasteht.

Die Leistungen des deutschen Luftverkehrs hinsichtlich der beförderten Fluggäste, der zurückgelegten Flugkilometer, der beförderten Briefpost und des Lufterpressgutes in den Jahren 1926—35 sind nach Angaben der Deutschen Luft Hansa:

Jahr	Fluggäste	Flugkilometer	Briefpost in t	Lufterpressgut in t
1926	37 605	5 971 700	188	175
1927	81 623	8 882 361	274	494
1928	85 833	10 000 363	318	819
1929	63 094	8 986 674	369	1 018
1930	55 584	9 062 672	438	1 074
1931	63 030	8 677 721	364	1 111
1932	67 745	7 728 309	354	920
1933	94 872	8 926 355	429	1 042
1934	130 758	12 066 136	704	1 270
1935	163 987	13 369 632	1310	1 229

In diesem Zusammenhange muß auf die „Krisenfestigkeit“ des Luftverkehrs hingewiesen werden: Gegenüber dem besten Wirtschaftsjahr 1929 erlitten alle Land- und Wasserverkehrsmittel im Jahre 1932, dem Jahre des größten wirtschaftlichen Tiefstandes, einen Verkehrsrückgang von 35—40%. Dabei zeigt sich, daß der Rückgang bei der großen Masse der Reisenden 30—45% betrug, während er für die Reisenden der I. und II. Klasse, sowie für hoch- und eilwertige Güter und Post nur 15—20% ausmachte. Demgegenüber konnte der Luftverkehr vor allem im Transport von Personen, hochwertiger Fracht und Post bei ungefähr gleichbleibender Netzlänge eine wesentliche Zunahme pro Streckenkilometer erzielen. Allerdings konnten in dieser Zeit auch die Selbstkosten gegenüber dem Jahre 1929 um 25—30% gesenkt werden. Immerhin hat sich der Luftverkehr als besonders krisenfest erwiesen, wobei übrigens die Deutsche Luft Hansa unter den europäischen Luftverkehrsgesellschaften mit an erster Stelle steht (Lit. I, 32).

In dieser Zeit konnte weiterhin, namentlich durch Einsatz mehrmotoriger Flugzeuge, die Betriebssicherheit erhöht und die Zahl der Unfälle vermindert werden.

Im Laufe des Jahres 1935 wurde der gesamte Planverkehr nach dem Auslande auf das Muster Ju 52 umgestellt. Kleinere Muster fanden nur noch im innerdeutschen Verkehr Verwendung.

Das Muster Ju 52 bestritt von der Kilometerleistung im Flugverkehr:

im Jahre 1933	5,9%
"    "    1934	27,3%
"    "    1935	66,1%
im 1. Vierteljahr 1936	89,1%

Wenn auch im Luftverkehr der Nachkriegszeit, in der vielfach von wilden Unternehmern mit nur notdürftig umgebauten Kriegsflugzeugen ein „Luftverkehr“ aufgezogen wurde, Flugunfälle an der Tagesordnung waren, so zeigt sich jetzt doch ein ganz anderes Bild.

Die Zahl der unvorhergesehenen Landungen außerhalb der Flugplätze ist stetig zurückgegangen. Auf 1 000 000 Flugkilometer im Planverkehr entfielen

im Jahre 1931	8,8	derartige Landungen
"    "    1932	6,2	"    "
"    "    1933	6,3	"    "
"    "    1934	2,6	"    "
"    "    1935	2,4	"    "

Die Frage der Verwendung des Luftschiffes als Verkehrsmittel verdient eine besondere Betrachtung. Deutschland ist das einzige Land, in dem Luftschiffe als Verkehrsmittel gebaut und betrieben werden. Andere Staaten benutzen sie lediglich für militärische Zwecke. Die Erklärung für diese Tatsache ist darin zu suchen, daß das wirtschaftliche Ergebnis des Luftschiffverkehrs noch geringer ist als das des Flugzeugverkehrs.

Die sprunghafte Entwicklung des Zeppelin-Verkehrs im Jahre 1936 spiegelt sich in den Fahrtleistungen und in den Beförderungsergebnissen, die angesichts des erstmaligen Einsatzes von zwei Luftschiffen („Graf Zeppelin“ und „Hindenburg“) in den Übersee-Dienst im Vergleich zum Jahre 1935 um ein Mehrfaches gesteigert sind. Die im Jahre 1936 zurückgelegte Fahrtstrecke von 600 000 km, die sich nahezu gleichmäßig auf beide Luftschiffe verteilt, übertrifft das Ergebnis des Vorjahres um das Doppelte und entspricht einer 15 maligen Fahrt um den Erdball. In noch viel stärkerem Maße ist die Zahl der im Jahre 1936 beförderten Fluggäste gestiegen, da das Luftschiff „Hindenburg“, im Vergleich zu den 20 Plätzen des „Graf Zeppelin“, ein Fassungsvermögen von 50 Plätzen und nach dem Einbau zusätzlicher Kabinen sogar von 72 Plätzen hatte. Infolgedessen wuchs die Zahl der Zeppelin-Fahrgäste von 841 im Jahre 1935 auf 3530 im Jahre 1936, d. h. auf über das Vierfache. Auch die beförderten Post- und Frachtmengen nahmen einen ähnlichen Aufschwung, und zwar von 9300 kg im Jahre 1935 auf rund 30000 kg im Jahre 1936.

Die im Jahre 1936 in teilweise etwa 10 tägigem Wechsel angelegten Versuchsfahrten des Luftschiffes „Hindenburg“ nach Nordamerika wurden auf Grund eines im



voraus festgelegten Fahrplanes durchgeführt. Die im Fahrplan veröffentlichte Fahrtdauer von 2—3 Tagen für die Strecke Frankfurt—Lakehurst und von etwa 2—2½ Tagen für die Rückreise konnte in den meisten Fällen erheblich unterboten werden. Die günstigsten Fahrzeiten, in denen die ungefähr 6000 km lange Strecke Frankfurt—Lakehurst zurückgelegt werden konnte, waren 52 Stunden und 49 Minuten in westlicher Richtung und nur 42 Stunden und 53 Minuten in östlicher Richtung, wobei die Überquerung des Nordatlantiks von der amerikanischen zur irischen Küste nur 16 Stunden und 53 Minuten beanspruchte — ein Rekord, der sich den bisherigen Leistungen der Flugzeuge bei Versuchsflügen über den Nordatlantik würdig an die Seite stellt.

Die durchschnittliche Fahrtdauer von Frankfurt nach Lakehurst betrug 63 Stunden und 42 Minuten und in umgekehrter Richtung 51 Stunden und 46 Minuten. Diese Ergebnisse sind um so bedeutsamer, als das Luftschiff infolge meteorologischer Navigation zum Teil recht erhebliche Umwege machen mußte, um die zur Beschleunigung seiner Fahrt jeweils günstigsten Wetterverhältnisse auszunutzen. Dadurch gelang es dem Luftschiff dank seiner großen Reichweite, den Zeitunterschied zwischen der Überquerung des Nordatlantik in westlicher und östlicher Richtung weitgehend auszugleichen. Auf seinen zehn Nordamerikareisen fuhr das Luftschiff mit einer durchschnittlichen Stundengeschwindigkeit von 130 km, während zeitweise mit Hilfe günstiger Rückenwinde Geschwindigkeiten bis zu etwa 300 Stundenkilometern erreicht wurden.

Das verkehrsmäßige Ergebnis muß als recht befriedigend angesehen werden: durchschnittlich befanden sich in westlicher Richtung 48 Passagiere und heimkehrend 52 Fahrgäste an Bord des Luftschiffes. Daneben wurden 4500 kg Post und 3800 kg Fracht über den Nordatlantik befördert.

Wenn man die von dem Luftschiff „Hindenburg“ auf seinen insgesamt 46 größeren und kleineren Fahrten zurückgelegten Strecken zusammenzählt, so entspricht dies mit annähernd einer Viertel Million Kilometern einer sechsfachen Fahrt um die Erde. Gerade dieser Vergleich läßt erkennen, eine wie gewaltige Fahrtstreckenleistung das auf so tragische Weise genau ein Jahr nach dem Antritt seiner ersten Ozeanreise untergegangene Luftschiff in der kurzen Zeit von sieben Monaten vollbracht hatte. Dabei wurden insgesamt 2057 Fahrgäste, davon 1309 im Überseedienst befördert.

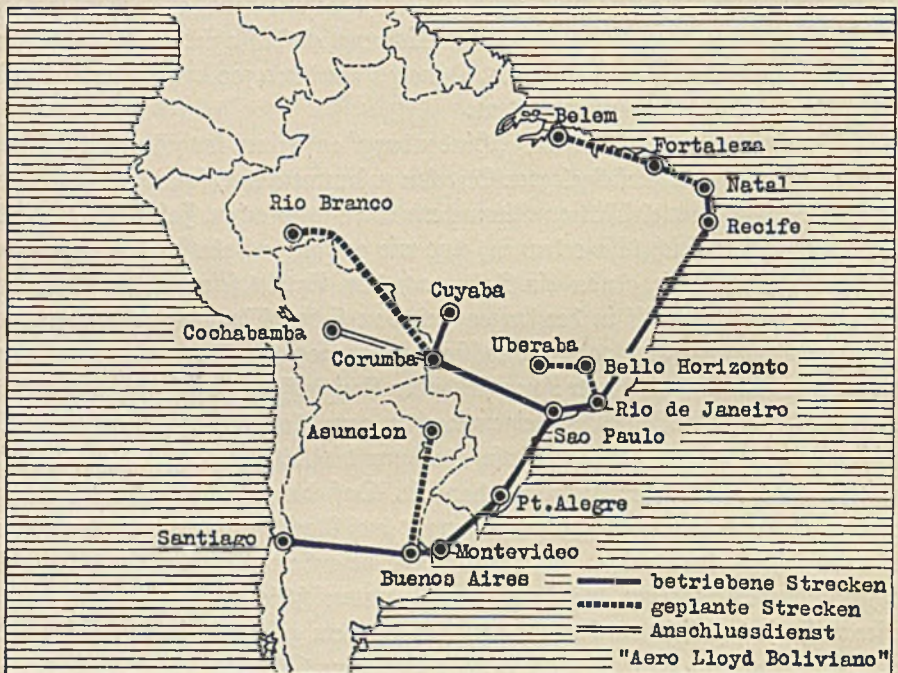
Solche Zahlen und die hinter ihnen stehenden Ereignisse muß sich der Mathematikunterricht in jeder Klassenstufe zu eigen machen, ganz gleich, ob es sich dabei um einfachste Rechenübungen der Unterstufe oder um die kritische Besprechung üblicher sphärisch-trigonometrischer Aufgaben handelt. Daß dabei vielfach der Blick über das eigentliche Gebiet der Mathematik hinaus auf Nachbargebiete und Randgebiete anderer Fächer gelenkt wird, ist zweifellos ein besonderer Vorzug; handelt es sich doch immer wieder darum, die Totalität aller unterrichtlichen Bemühungen auch in unserem Fache deutlich zum Ausdruck zu bringen, dem gelegentlich leider sehr zu Unrecht ein enges und abgeschlossenes Eigenleben innerhalb des gesamten Fächerverbandes der höheren Schule vorgeworfen wird.

Wie die Ausführungen über den Zeppelin-Verkehr zeigen, ist der deutsche Luftverkehr keineswegs nur auf Deutschland oder Europa beschränkt. Vielmehr werden von der Deutschen Luft Hansa mit deutschem Personal und deutschen Maschinen eine ganze Reihe außereuropäischer Strecken regelmäßig befliegen:

1. Nordatlantikiendienst: Der Schleuderdienst von den Passagierdampfern des Norddeutschen Lloyd „Bremen“ und „Europa“ in Richtung Nordamerika und Europa wurde im Jahre 1935 abgeschlossen. Die Durchführung der Flüge seit Aufnahme dieses Dienstes im Jahre 1929 zeigt folgende Tabelle:

Jahr	vorgesehene Flüge	durchgeführte Flüge
1929	10	7
1930	26	22
1931	38	30
1932	36	35
1933	36	34
1934	36	36
1935	34	34
insgesamt:	216	198

2. Südatlantikiendienst: Der tägliche Verkehr in beiden Richtungen wurde im Jahre



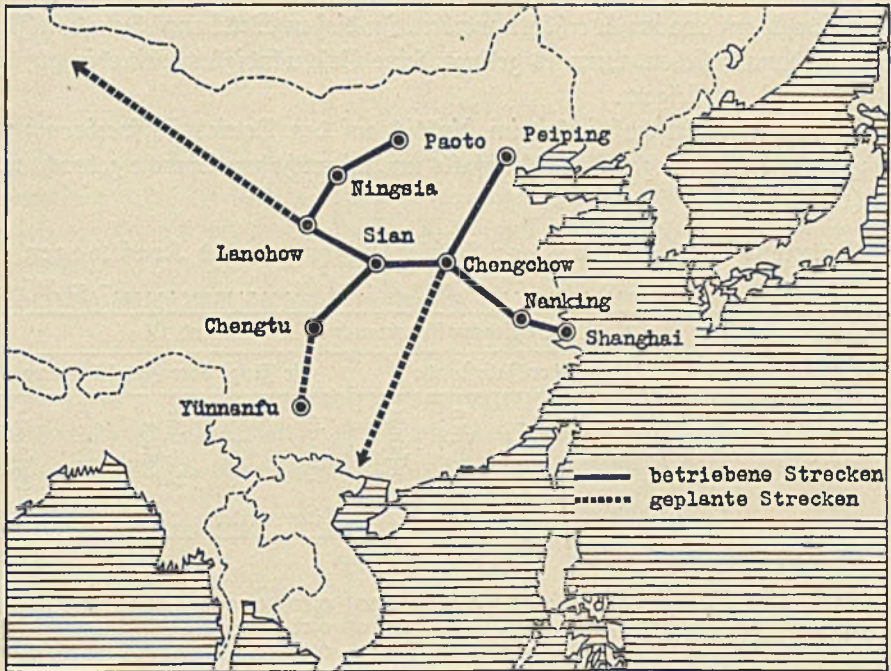


Abb. 10.

1935 ohne Unterbrechungen durchgeführt. Dabei entfielen 80 Ozeanüberquerungen auf Flugboote, 24 auf das Luftschiff „Graf Zeppelin“.

3. Condor-Syndikat (Südamerikanischer Küstendienst): (Abb. 9).

Die Flug- und Beförderungsleistungen dieses Flugdienstes zeigt folgende Aufstellung:

	1934	1935
Flugkilometer	1487914	1271513
Fluggäste	3970	7018
Gepäck und Fracht in kg	90156	149747
Post in kg	31752	35209

4. Eurasia (Flugdienst im Fernen Osten): (Abb. 10).

Die Leistungen dieser Luftverkehrsgesellschaft zeigt folgende Aufstellung:

	1934	1935
Flugkilometer	510850	638847
Fluggäste	1075	2513
Gepäck und Fracht in kg	15269	11773
Post in kg	3355	5426

Der schärfste Wettbewerb steht allerdings dem Luftverkehr noch bevor: es ist dies der Kampf mit dem Kraftwagen. Hier sind es besonders die im Bau befindlichen Reichsautobahnen, die die Reisegeschwindigkeit des Kraftwagens mit einem Schlage

von 55 km/h auf 120 km/h erhöhen werden. In diesem Wettkampf kann das Flugzeug nur dann bestehen, wenn es gelingt, seine Geschwindigkeit weiterhin auf 400 bis 500 km/h zu steigern.

Die Frage der Wirtschaftlichkeit im Hinblick auf den Betriebsstoffverbrauch von Flugzeug und Kraftwagen kann gleichfalls im Unterricht zur Sprache gebracht werden (Lit. I, 32).

Betriebsstoffverbrauch von Reiseflugzeugen und Kraftwagen  
 [Annahme: 1 l Benzin.....0,37 M; 1 l Öl.....1,50 M]

Verkehrsmittel	Betriebsstoffverbrauch an Benzin und Öl									
	je Flug- oder Fahrstunde					je Flug- oder Fahrkilometer				
	Benzin	Öl	Benzin- Kosten	Öl- Kosten	Gesamt- Kosten	Benzin	Öl	Benzin- Kosten	Öl- Kosten	Gesamt- Kosten
	Liter	Liter	M	M	M	Liter	Liter	M	M	M
<b>I. Flugzeug</b>										
2 sitzig 70 PS	14,0	0,60	5,20	0,90	6,10	0,10	0,004	0,037	0,006	0,043
3 sitzig 160 PS	32,0	1,50	11,85	2,25	14,10	0,18	0,0084	0,062	0,012	0,074
4 sitzig 215 PS	47,0	2,00	17,40	3,00	20,40	0,29	0,011	0,108	0,016	0,124
<b>II. Kraftwagen</b>										
4 sitzig 32 PS	4,95	0,067	1,83	0,102	1,94	0,11	0,0015	0,041	0,0023	0,043
4 sitzig 50 PS	7,50	0,100	2,78	0,15	2,93	0,15	0,002	0,056	0,003	0,059
4 sitzig 80 PS	9,37	0,165	3,47	0,248	3,72	0,17	0,003	0,063	0,0045	0,0675

Bei der systematischen Einführung des Koordinatenkreuzes, in der analytischen Geometrie und vor allem schließlich in der Differentialrechnung wird zur Festigung und Veranschaulichung der neu in den Gesichtskreis des Schülers getretenen Begriffe die Diskussion von Kurven vorgenommen, deren Gleichung vorgegeben wird; hier kann wieder der mathematische Unterricht für das Verständnis flugtheoretischer Fragen eingesetzt werden.<sup>4</sup> Der Schüler lernt dabei neben der rein mathematischen Fragestellung gleichzeitig die praktische Bedeutung dieser Überlegungen kennen; Höchstwert und Tiefstwert, Wendepunkt usw. erscheinen ihm nicht nur als geometrische Charakteristika von im übrigen wenig interessanten Kurven, sondern vermitteln ihm aus der mathematischen Fragestellung heraus einen Einblick in den inneren Zusammenhang der diskutierten Gesetze. Den Stoff für solche Diskussionen liefert in reichem Maße der Physikunterricht ebenso wie etwa der Erdkundeunterricht; hier seien nur einige Beispiele aufgezeigt.

So ist das in der Strömungsphysik dem Schüler vermittelte Druckgesetz<sup>5</sup>

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{const.}$$

<sup>4</sup> Fragen der analytischen Geometrie bei Hochgeräten siehe Seite 177.

<sup>5</sup> Vgl. Seite 131, 133.

wo  $p$  den statischen Druck,  $\rho$  die Luftdichte und  $v$  die Geschwindigkeit bedeutet, ein einfaches Beispiel für ein Parabelgesetz, ebenso wie das übliche Widerstandsgesetz<sup>6</sup>

$$W = z \rho F v^2,$$

wo  $W$  den Luftwiderstand in kg,  $\rho$  die Dichte der Luft (normal  $1/8$ ),  $F$  die Ansichtsfläche in  $m^2$ , die der Körper in der Bewegungsrichtung darbietet,  $v$  die Geschwindigkeit des Körpers relativ zur Luft in  $m/sec$  und  $z$  schließlich den Luftwiderstandscoeffizienten bedeuten.

Schließlich sei noch das Auftriebsgesetz

$$A = c \cdot \rho \cdot v^2 \cdot F \cdot 0,5$$

genannt, wo  $A$  den Auftrieb eines Tragflügels,  $c$  die Auftriebsbeizahl,  $\rho$  die Luftdichte,  $v$  die Geschwindigkeit und  $F$  die Grundriffsfläche bedeutet.

Als Beispiel für eine Kurve dritten Grades eignet sich das Gesetz für die Zugkraftleistung  $L$  ( $\frac{m \text{ kg}}{\text{sek}}$ )

$$L = c \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot F \cdot v^3$$

in ihrer Abhängigkeit von der Geschwindigkeit  $v$  bei konstantem Anstellwinkel.

Verwickeltere Gesetze, wie z. B. die oben benutzte Formel für die Flugdauer  $T$  beim Umfliegen eines regelmäßigen Sechsecks mit der Seitenlänge  $1$  in Abhängigkeit von der Windstärke  $w$

$$T = 2 \frac{1 + \sqrt{4 - 3w^2}}{1 - w^2},$$

oder auch die in der Wirtschaftsmathematik genannte Beziehung

$$K = \frac{k \cdot G_p}{a \left[ \frac{G_z}{N} (v - v_w) - e \cdot R \right]}$$

können als Beispiele in der Differentialrechnung für die Maxima- und Minimaufgaben benutzt werden.

Weitere Anwendungen der analytischen Geometrie bilden die Horchgeräte. Die mathematische Behandlung der Schallmessung im Raume, wie sie bei der Flugabwehr auftritt, gestaltet sich allerdings für unseren Schulunterricht im allgemeinen zu schwierig, doch vermittelt schon die Untersuchung derselben Fragestellung in der Ebene (Schallmessung zur Bestimmung eines feindlichen Geschützes) einen Einblick in den vorliegenden mathematischen Tatbestand (Lit. I, 23).

An drei Beobachtungsstellen  $P_1, P_2, P_3$  werden die Zeiten  $t_1, t_2, t_3$  gemessen, zu denen der Mündungsknall eines Geschützes bei ihnen eintrifft. Die Stellung des Geschützes ist zu bestimmen. (Es sei  $t_2 < t_1, t_2 < t_3$ .)

Ist  $t' = t_1 - t_2$  der Zeitunterschied der Ankunft des Knalles zwischen  $P_1$  und  $P_2$  und ebenso  $t'' = t_3 - t_2$  der Zeitunterschied für  $P_2$  und  $P_3$ , so sind die entsprechen-

<sup>6</sup> Vgl. Seite 134.

den Wegunterschiede des Knalles  $s' = c \cdot t'$  und  $s'' = c \cdot t''$ , wenn  $c$  die korrigierte Schallgeschwindigkeit ist. Demnach ist der erste geometrische Ort für die Stellung  $P_0$  des feindlichen Geschüßes die Hyperbel mit den Brennpunkten  $P_1$  und  $P_2$  und der Hauptachsenlänge  $s'$ , der zweite geometrische Ort die Hyperbel mit den Brennpunkten  $P_2$  und  $P_3$  und der Hauptachsenlänge  $s''$  (Abb. 11 a). Danach läßt sich zeichnerisch oder rechnerisch  $P_0$  bestimmen; die durch  $P_1$  und  $P_3$  als Brennpunkte und  $s = c \cdot (t_3 - t_1)$  als Hauptachse bestimmte Hyperbel würde zur Prüfung der Genauigkeit dienen. In der Praxis wird versucht, durch rechtzeitige Anfertigung eines Hyperbelplanes für verschiedene Zeitunterschiede jeden Zeitverlust bei der Bekämpfung des Gegners zu vermeiden.

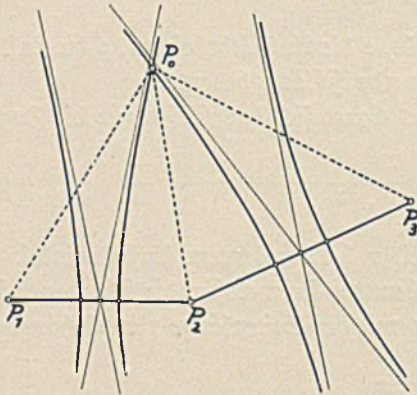


Abb. 11 a.

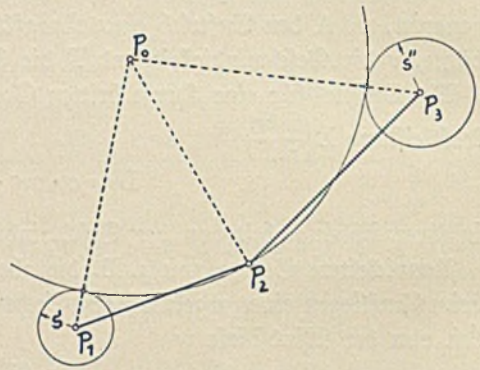


Abb 11 b.

Der gesuchte Ort  $P_0$  kann andererseits als Mittelpunkt des Kreises aufgefaßt werden, der durch  $P_2$  geht und die Kreise um  $P_1$  mit  $s' = c \cdot (t_1 - t_2)$  und um  $P_3$  mit  $s'' = c \cdot (t_3 - t_2)$  berührt. (Apollonisches Berührungsproblem: Kreis, Kreis, Punkt, Abb. 11 b.) Den Zusammenhang zwischen der Lösung der Aufgabe als Apollonisches Berührungsproblem und der Hyperbelkonstruktion zeigt folgende Überlegung: Bestimmt man die geometrischen Orte einerseits der Mittelpunkte aller Kreise, die den Kreis  $K_1$  um  $P_1$  mit  $s'$  berühren und durch  $P_2$  außerhalb  $K_1$  gehen, und andererseits der Mittelpunkte aller Kreise, die den Kreis  $K_2$  um  $P_3$  mit  $s''$  berühren und durch  $P_2$  außerhalb  $K_2$  gehen, so sind diese beiden geometrischen Orte die zuerst benutzten Hyperbeln. (Abb. 11 a und b aus Lit. I, 23.)

Von den Raumkurven, die ja in der Schule stark zurücktreten, verdient wenigstens eine behandelt und diskutiert zu werden: die Schraubenlinie. Gerade diese wichtigste aller Raumkurven (sie verkörpert die Vereinigung der geradlinigen und der kreisförmigen Bewegung [Translation und Rotation]) wird mit ihren grundlegenden Begriffen (Anstiegswinkel, Ganghöhe usw.) im Physikunterricht dauernd gebraucht; der Mathematikunterricht hat an diesem Beispiel einer Raumkurve einen dankbaren Stoff vor sich, um die in der analytischen Geometrie entwickelten

Hilfsmittel auch im Raume anzuwenden und die Bedeutung des Schraubengesetzes in der Praxis zeigen zu können.

Die Darstellende Geometrie, die auch heute noch im mathematischen Unterricht vielfach etwas abseits steht, läßt sich in weitem Umfange in den Aufgabenkreis flugtechnischer Fragen einrücken. Wird die übliche Zweitafelprojektion nicht nur zur Konstruktion rein theoretischer Aufgaben über Schneiden von Ebenen, Fällen von Koten usw. ausgenutzt, sondern wird an diesen Projektionsgrundlagen das Lesen von Zeichnungen und Plänen geübt, die der Schüler beim Bauen von Modellen im Werkstattunterricht<sup>7</sup> braucht, wird das Plan- und Schnittzeichnen mit in den Aufgabenkreis der Darstellenden Geometrie einbezogen und so die grundlegende Bedeutung dieser Disziplin für das technische Konstruieren klargestellt, so kann aus diesem Unterricht ein Verständnis für technisches Zeichnen erwachsen, das gleichermaßen dem Physikunterricht wie der praktischen eigenen Betätigung in der Werkstatt zugute kommt. Aber nicht nur die senkrechte Parallelprojektion, auch die schräge Parallelprojektion gewinnen aus der Fluglehre neue Uregungen; die Anwendung der Kavalierverspektive, die der Schüler ja wohl stets als Beispiel einer schiefen Parallelprojektion kennenlernt, braucht keineswegs auf den Stereometrieunterricht und die Darstellung von Würfeln, Pyramiden, Oktaedern usw. beschränkt zu werden, sondern kann als „Schrägsicht“ und „Vogelschau“ dazu dienen, von einem im Grundriß, also auf der Karte gegebenen Gelände eine wirklich anschauliche „Flugansicht“ zu gewinnen (Lit. I, 8). Diese Aufgabe, von einem in der Karte gegebenen Gelände eine solche Flugansicht zu entwerfen, zwingt den Schüler unmittelbar zur Anspannung seiner Raumanschauung, so daß er schließlich eine Skizze oder Karte nicht mehr als planimetrische Zeichnung, sondern räumlich als „Gegend“ vor sich sieht.

In noch stärkerem Maße lassen sich die Grundlagen der Perspektive in den Dienst des Luftfahrtgedankens auf der Schule stellen.

Die einfachsten Grundlagen der Luftbildvermessung<sup>8</sup> bilden ein Anwendungsgebiet des mathematischen Unterrichts, das mit den heute schon vielfach behandelten rein mathematischen Unterrichtsthemen auf das engste verknüpft ist. Eine Diskussion über diejenigen mathematischen Gesetze, die bei der Entstehung einer Photographie zur Anwendung gelangen, kann einerseits an die Darstellende Geometrie anknüpfen und nun im Bilde von denjenigen Bestimmungsstücken und Daten ausgehen, die von der Perspektive her bekannt sind: Augpunkt, Bildebene, Distanz, Hauptpunkt usw., oder aber der Anschluß kann andererseits von der systematischen Behandlung der Geometrie auf der Oberstufe her gewonnen werden. In jedem Falle jedoch wird schließlich eine Zusammenfassung beider Wege erfolgen müssen, um das Bild wirklich als „realisierte projektive Transformation“ erkennen zu können.

<sup>7</sup> Vgl. Seite 244.

<sup>8</sup> Vgl. Seite 52 ff.

In einem Unterricht, in dem der Gruppenbegriff in der Geometrie sich als Leitprinzip in gleicher Weise durchgesetzt hat wie der Funktionsbegriff in der Analysis, in dem also der innere Zusammenhang zwischen metrischer, affiner und projektiver Geometrie erarbeitet worden ist, bildet die Anwendung der erkannten projektiven Gesetzmäßigkeiten auf die einfachsten Fragen des Bildmehrwesens eine Krönung dieses Unterrichtsabschnittes, die einen verständnisvollen Einblick in einen Teil der flugpraktischen Aufgaben vermittelt. Auch wenn der systematische Aufbau der Geometrie nicht ausführlich gebracht worden ist, läßt sich das hier benötigte projektive Grundgesetz, die Invarianz des Doppelverhältnisses, leicht ableiten.<sup>9</sup>

In der Ebene wird die Gerade  $g_1$  „zentralperspektivisch“ vom Augpunkte O aus auf die Bildgerade  $g_2$  abgebildet. Dann gilt unter Zuhilfenahme von  $OF \parallel AC \parallel g_1$  (Abb. 12).

$$\frac{A_1 B_1}{B_1 C_1} = \frac{A B_2}{B_2 C}$$

$$\Delta A_2 A B_2 \sim \Delta A_2 O F, \quad \Delta C_2 C B_2 \sim \Delta C_2 O F$$

$$\frac{A_2 B_2}{A_2 F} = \frac{A B_2}{O F}; \quad \frac{B_2 C_2}{C_2 F} = \frac{B_2 C}{O F}$$

$$\frac{A_1 B_1}{B_1 C_1} = \frac{A B_2}{B_2 C} = \frac{C_2 F}{A_2 F} \cdot \frac{A_2 B_2}{B_2 C_2} \quad *)$$

Für einen weiteren Teilpunkt  $D_1$  auf  $g_1$  wird entsprechend

$$\frac{A_1 D_1}{D_1 C_1} = \frac{A D_2}{D_2 C} = \frac{C_2 F}{A_2 F} \cdot \frac{A_2 D_2}{D_2 C_2} \quad **)$$

und durch Division von (\*) und (\*\*) folgt

$$\frac{A_1 B_1}{B_1 C_1} : \frac{A_1 D_1}{D_1 C_1} = \frac{A_2 B_2}{B_2 C_2} : \frac{A_2 D_2}{D_2 C_2},$$

also die Invarianz des Doppelverhältnisses von vier Punkten. Das Doppelverhältnis von vier Strahlen durch einen Punkt wird erklärt als das Doppelverhältnis der vier Punkte, in denen die Strahlen eine fünfte, nicht durch O gehende Gerade treffen.

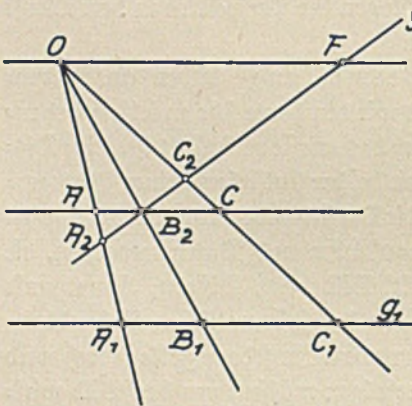


Abb. 12.

Damit sind die Grundlagen gewonnen, um die Konstruktion einer Karte aus einer einzigen Aufnahme ohne Kenntnis der inneren und äußeren Kameraorientierung durchführen zu können.

Dieses sogenannte Vierpunktverfahren setzt voraus, daß vier Punkte der Objektebene (Geländeebene) im Bilde bereits bekannt sind (Lit. I, 8, 15). Da nämlich für zwei perspektiv aufeinander bezogene Ebenen der Satz gilt, daß das Doppelver-

<sup>9</sup> Nach E. Salkowski, „Der Gruppenbegriff als Ordnungsprinzip des geometrischen Unterrichts“. Leipzig-Berlin 1935.



hältnis von vier Strahlen oder Punkten der einen Ebene gleich dem Doppelverhältnis der entsprechenden vier Strahlen oder Punkte in der anderen Ebene ist, läßt sich die Lage eines im Bilde erfaßten fünften Punktes in der Karte auf Grund dieser „Invarianz des Doppelverhältnisses“ auf folgendem Wege konstruieren:

Im Bilde werden von einem der vier bekannten Punkte A, B, C, D die Strahlen nach den anderen drei und nach dem unbekanntem Punkte P gezogen (Abb. 13a);

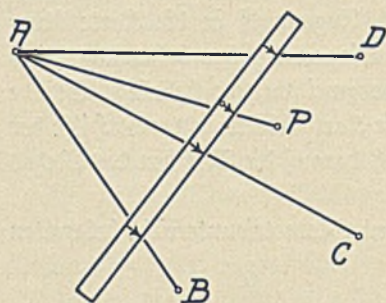


Abb. 13 a.

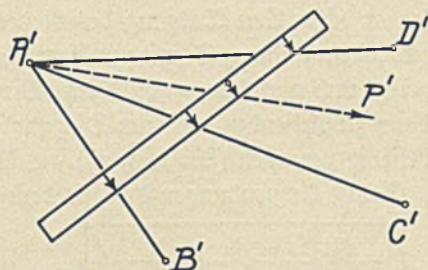


Abb. 13 b.

auf der Karte (Abb. 13b) bilden die Geraden durch die entsprechenden bekannten Punkte A', B', C', D' mit der Geraden nach dem unbekanntem Punkte P' dasselbe Doppelverhältnis, das sich nun leicht mit Hilfe eines Papierstreifens übertragen

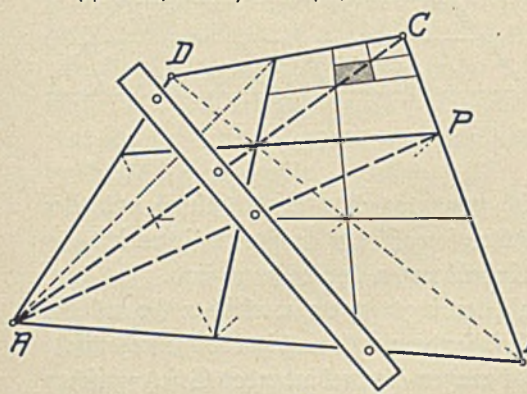


Abb. 14 a.

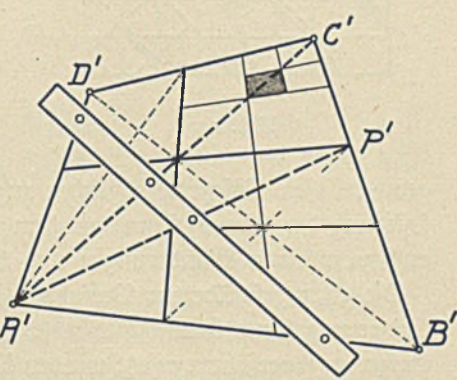


Abb. 14 b.

läßt, auf dem die Schnittpunkte der vier Geraden AB, AC, AD, AP im Bilde markiert werden. Dieser Streifen wird darauf so in die Karte eingepaßt, daß entsprechende Schnittpunkte auf entsprechenden Geraden liegen. Der sich dann ergebende Strahl A'P' ist ein geometrischer Ort des Punktes P' auf der Karte; durch Wiederholung des Vorganges von einer anderen Ecke des bekannten Vierecks aus wird schließlich der Punkt P' gewonnen.

Das Verfahren läßt sich vereinfachen, wenn drei Punkte in einer Geraden, etwa längs eines horizontalen Eisenbahndammes, im Bilde und auf der Karte bekannt

sind, und nun die Lage eines anderen Punktes der Geraden auf der Karte festgelegt werden soll (Lit. I, 8, 12).

Sollen sehr viele Punkte vom Bilde in die Karte übertragen werden, also der ganze Bildinhalt kartiert werden, so werden zweckmäßig Bild und Karte mit einander entsprechenden Netzen überzogen (Abb. 14a, b). Dieses Netz wird durch immer neues Einfügen von einander in Bild und Karte entsprechenden Geraden so lange verdichtet, bis sich schließlich der Bildinhalt nach Augenmaß in die Karte übertragen läßt. Den Ausgang des Netzes bilden die Diagonalen des bekannten Vierecks; durch ihren Schnittpunkt werden im Bilde zwei weitere beliebige Gerade gelegt und nach dem geschilderten Verfahren in die Karte übertragen, mit Hilfe der dann zu ziehenden weiteren Diagonalen lassen sich darauf die Maschen des Netzes beliebig verengen (Lit. I, 8, 15).

Solche Anwendungen der aus dem systematischen Geometrieunterricht bekannten

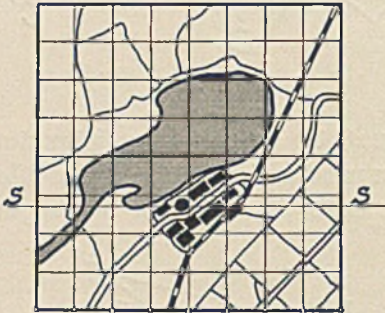


Abb. 15a.

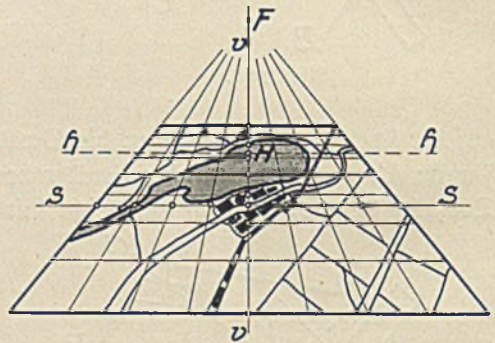


Abb. 15b.

geometrischen Gesetze ermöglichen zugleich zwanglos eine Wiederholung und Befestigung der Kartenzeichen, die dem Schüler sowohl aus früherem Unterricht als auch von seinen Wanderungen und Geländeübungen her bekannt sind.

Die eben geschilderten Verfahren, die allerdings in der wirklichen Praxis der Entzerrung heute keine Rolle mehr spielen, sondern vollständig durch mechanische Entzerrungsverfahren ersetzt worden sind, benutzen als verbindendes Gesetz zwischen Bild und Karte nur die projektive Grundinvariante: das Doppelverhältnis. Die Daten der inneren und äußeren Orientierung der Aufnahmekamera werden nicht benötigt, sie sind sozusagen ersetzt durch die vorausgesetzte Kenntnis von vier gleichmäßen in Bild und Karte bekannten Punkten.

Ein mehr von der Darstellenden Geometrie herkommender Unterricht wird einen konkreteren Zusammenhang der gesetzmäßigen Verknüpfung zwischen Bild und Karte fordern, er wird an Stelle der bekannten vier Punkte die Daten der inneren und äußeren Kameraorientierung setzen wollen und somit Gelegenheit suchen, die in der Perspektive entwickelten Begriffe unmittelbar bei der Anwendung auf das Luftbild zu verwerten. Schon in den einfachsten Fällen lassen sich die konstruktiv-

geometrischen Gesetze erkennen und auswerten; eine Klarstellung dieser Verhältnisse als Aufgabe der darstellenden Geometrie rückt diese Disziplin, die trotz ihrer Wichtigkeit im mathematischen Gesamtunterricht leicht etwas abseits steht, mit in den Gesamtaufgabenkreis der Mathematik.

Falls nämlich die Daten der inneren und äußeren Orientierung der Aufnahmekamera bekannt sind, ist eine Rekonstruktion des Objektbildes auch ohne Kenntnis zusammengehöriger Punkte in Karte und Bild möglich, und zwar wird diese Aufgabe wieder durch Einzeichnen von Bezugsnetzen gelöst, die nun aber regelmäßig, d. h. im allgemeinen quadratisch gewählt werden können. Wie früher wird das Aufnahmeobjekt, etwa ein See, als eben und die Objektebene als waagrecht vorausgesetzt. (Bei nicht waagerechter Objektebene muß die Geländeneigung bekannt sein!)

Das aufzunehmende Gelände wird mit einem Quadratnetz überdeckt gedacht, dessen eine Seitenrichtung parallel zum Bildhorizont sein möge (Abb. 15 a, b). Die Perspektive dieses Netzes läßt sich mit Hilfe eines Vertikalschnittes durch die Kammerachse ermitteln (Abb. 16); in diesem Schnitt durch die Hauptvertikale  $v-v'$  stellt  $OH$  die Bildweite in wahrer Größe und  $OO'$  die Objektivhöhe über der Geländeebene in dem geforderten Maßstab dar. Die eine Schar paralleler Geraden in der Geländeebene bildet sich wieder als Parallelschar zu dem Bildhorizont ab, wobei die enger und enger werdenden Abstände sich aus dem Vertikalschnitt durch die Kammerachse abgreifen lassen; die andere Schar flieht zu dem Fluchtpunkt  $F$  auf dem Bildhorizont, in dem die Horizontale durch das Objektiv (Auge)  $O$  die Bildebene trifft. Die richtige Einteilung dieser nach  $F$  fliehenden Geraden ergibt sich aus der Tatsache, daß die Schnittgerade  $s-s$  (parallel zu  $h-h$ ) von Bildebene und Kartenebene die der Betrachtung zugrunde gelegte Quadratseiteinteilung (etwa je 100 m im gewählten Maßstab) in wahrer Größe trägt (Abb. 15 a, b). Bei vertikaler Stellung der Bildebene sind die Haupthorizontale  $h-h$  und der Bildhorizont identisch,  $F$  fällt in den Hauptpunkt  $H$ .

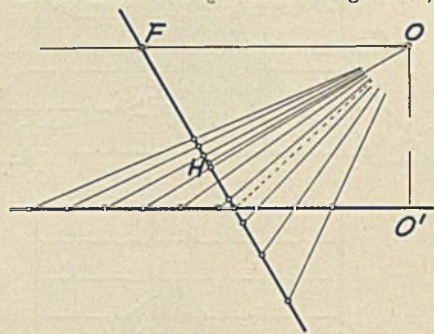


Abb. 16.

Mit Hilfe des so gewonnenen Bildnetzes lassen sich nun die Umrisse des zu übertragenden Geländes ohne weiteres in die Karte einzeichnen; sollte an einigen Stellen die Genauigkeit noch nicht ausreichen, so läßt sich leicht das benutzte Gitternetz an diesen Stellen wie früher verfeinern (Lit. I, 12, 15).

Ebenso leicht wie das geschilderte Verfahren führt die Drehung der Objektebene um ihre Spur  $s-s$  in die Bildebene zum Entwurf der Karte (Abb. 17).

Bei allen diesen Anwendungen war vorausgesetzt, daß das auf der Platte erhaltene Bild eine exakte Perspektive des Objektes ist, d. h. daß das Objektiv der Aufnahmekamera verzerrungsfrei arbeitet, und ferner, daß das aufzunehmende Ge-

lande eben ist, also wirklich eine perspektive Verwandtschaft zweier Ebenen vorliegt.

Die weitergehende Aufgabe, aus Luftbildern wirklich alle drei Dimensionen des aufgenommenen Geländes zu rekonstruieren, würde nun allerdings die Ziele, die die höhere Schule hat, überschreiten; ein Einblick in die Methoden jedoch, die bei einer solchen Entzerrung zur Anwendung gelangen, wird schon an einfacheren Beispielen vermittelt, in denen alle Aufnahmedaten spezialisiert sind. Wenn es sich dabei

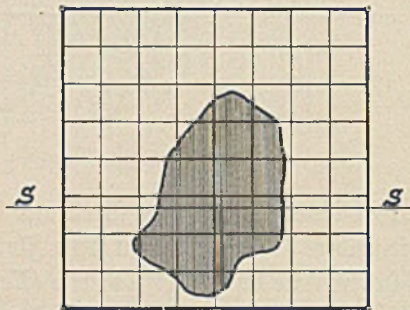
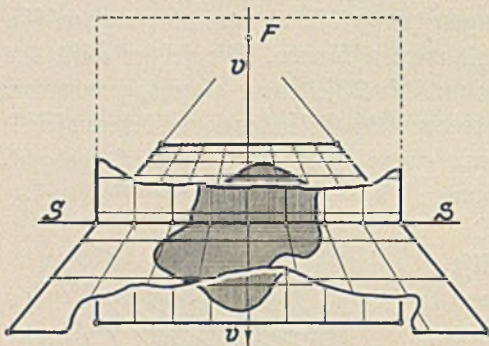


Abb. 17.

auch nicht um ein eigentliches „Luftbild“, sondern um eine terrestrische Aufnahme handelt, erkennt doch der Schüler das grundlegende Prinzip, und ein weiterer rein unterrichtlicher Vorteil ist es, daß die Auswertung an Aufnahmen erfolgen kann, die der Schüler selbst gemacht hat, also z. B. sein Schulgebäude nach Grund- und Aufriss aus einer geeigneten Aufnahme konstruiert werden kann.

Diesen einfachsten Fall, der sich in seiner konstruktiven Lösung unmittelbar an die Besprechung der perspektiven Grundbegriffe Augpunkt, Bildebene, Hauptpunkt, Horizont, Distanz usw. anschließen könnte, bildet die Entzerrung einer Aufnahme auf einer vertikalen Bildebene (Platte). Besonders leicht werden solche Rekonstruktionen, wenn es sich um ebenflächige Gebilde, also etwa um Architekturen, handelt,

da aus den im wesentlichen senkrechten und waagerechten Begrenzungslinien des aufgenommenen Gebäudes sich einige konstruktive Vereinfachungen ergeben.

Durch den Hauptpunkt  $H$ , der mit für den Schulunterricht ausreichender Genauigkeit senkrecht unter dem Diagonalschnittpunkt des Mattenrechtecks gewonnen wird, läuft der Bildhorizont<sup>10</sup>; auf ihm liegen (Genauigkeitskontrolle!) die Fluchtpunkte der Horizontalen des Objektes. Durch die Fluchtpunkte  $F_1$  und  $F_2$  zueinander senkrechter horizontaler Hauskanten läuft der Distanzkreis, der senkrecht unter dem Hauptpunkt  $H$  das umgelegte Auge ( $O$ ) trägt. Die Entfernung  $H(O)$  ist gleich der Bildweite  $f$  der Aufnahmekamera (Abb. 18).

Zur Ermittlung des Grundrisses wird eine horizontale Grundrissebene zweckmäßig ziemlich tief unter dem Bildhorizont angenommen; ihre Spur mit der Bildebene sei  $s-s$ . Zunächst wird dann die Perspektive des Grundrisses in der gewählten

<sup>10</sup> Es ist darauf zu achten, daß eine voll ausgezeichnete Platte zur Auswertung benutzt wird.

Grundrißebene gezeichnet; die Eckpunkte liegen in der Verlängerung der vertikalen Hauskanten, die Seiten müssen durch die zugehörigen Fluchtpunkte laufen. Bei dieser Konstruktion erkennt der Schüler auch, warum es zweckmäßig ist, die Grundrißebene verhältnismäßig tief unter den Bildhorizont zu legen, da bei anderer Lage der perspektivische Grundriß schmaler und ungenauer werden würde, schließlich sogar, wenn die Grundrißebene durch den Bildhorizont geht, zu einer Strecke zusammenfallen würde. In einem Unterricht, der näher auf die Perspektive eingegangen ist, kann diese Betrachtung auf die Überlegung des „Kellergrundrisses“ zurückgeführt werden.

Der eigentliche orthogonale Grundriß läßt sich durch Umlegen der Grundrißtafel um ihre Spur  $s-s$  in die Zeichenebene gewinnen; die Eckpunkte des Grundrisses liegen auf den von (O) ausgehenden Strahlen durch die Ecken des perspektiven Grundrisses, die Seiten sind den durch (O) gehenden Strahlen nach den zugehörigen Fluchtpunkten auf dem Bildhorizont parallel.

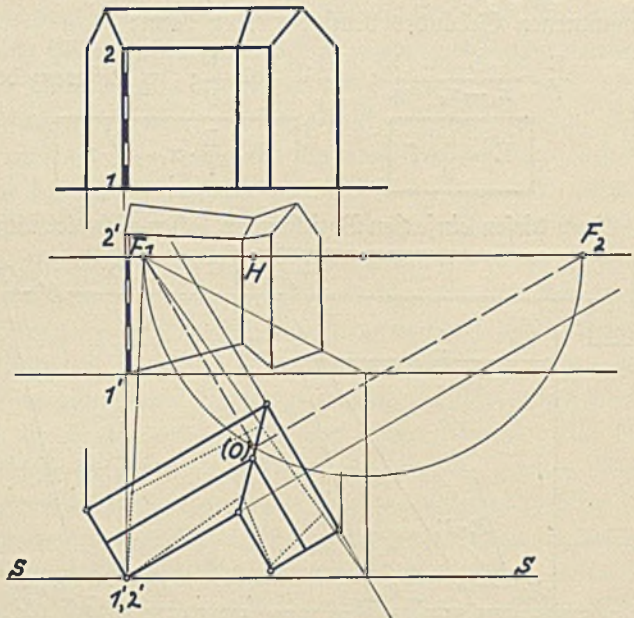


Abb. 18.

Im Aufriß läßt sich die Lage der vertikalen Hauskanten aus dem Grundriß unmittelbar einzeichnen; um ihre Höhe zu gewinnen, wird zweckmäßig die Aufrißebene um ihre Spur  $s-s$  durch eine vertikale Hauskante (die Kante 12) gelegt, die sich dann im perspektiven Bilde in gleicher Größe abbildet. Die Höhe jedes anderen Punktes wird nach dem aus der Perspektive bekannten Verfahren gefunden, indem dieser Punkt durch eine Horizontale in der die ausgezeichnete Hauskante und den Punkt verbindenden Wand auf 12 bezogen wird.

Um schließlich noch den Maßstab zu finden, in dem Grund- und Aufriß entstanden sind, muß ein Maßstab an der ausgezeichneten Hauskante 12 mitphotographiert werden. Mit seiner Hilfe können dann die wahren Größen der Grund- und Aufrißstrecken angegeben werden.

An eine solche einfache Entzerrung kann sich nun schließlich die Diskussion einer Stereoaufnahme<sup>11</sup> anschließen, d. h. die Bearbeitung von zwei Aufnahmen des-

<sup>11</sup> Vgl. K. Meßner, Das Raumbild im Unterricht, Deutsche Wissenschaft, Erziehung und Unterricht, 1936, Heft 14, und R. Kahlau, Raumbild und Schule, Das Raumbild, 1936, Heft 10.



macht hat, untersucht werden. Dem Schüler wird klar gemacht werden, daß die wirkliche Entzerrungspraxis, die heute ja ausschließlich mit Entzerrungsapparaturen<sup>13</sup> arbeitet, Verfeinerungsmethoden kennt und Präzisionsverfahren ausgearbeitet hat, die im Schulunterricht mit seiner auf das Allgemeine gerichteten Zielstellung nicht am Platze sind. Einer interessierten Arbeitsgemeinschaft mag es unter Umständen vorbehalten bleiben, einzelne Fragen der Luftbildvermessung weitergehend zu behandeln.

Das Einsetzen der Entzerrungsapparaturen brachte es mit sich, daß man mehr und mehr von der Einhaltung spezieller Aufnahmebedingungen unabhängig wurde; die frühere Einteilung der Bildmessung in terrestrische Photogrammetrie und Luftbildmessung ist der Gliederung in Einbild- und Doppelbildmessung gewichen. Der Lehrer wird im Unterricht auf die Bedeutung der Apparate hinweisen, in denen ein ungeheurer Scharfsinn der Erfindung mit einer außerordentlichen Präzision der mechanischen und optischen Ausführung verbunden ist. Der Wert dieser Verfahren, in denen ein gewaltiger Teil deutscher Erfindungsgabe, deutschen Gedankengutes steckt, ist in Krieg und Frieden gleichbedeutend; von der Anregung her, die die Notwendigkeit, im Weltkrieg nach der Stilllegung des Geländekrieges Karten von dem zum großen Teil zerstörten Kriegsgelände mit Hilfe von Luftbildern zu gewinnen, der Photogrammetrie überhaupt gegeben hat, bis zu den Auswirkungen und Aufgaben, die heute das Luftbild und damit das Flugzeug bei kulturellen und zivilisatorischen Aufgaben zu erfüllen hat, führt ein gerader Weg. Die schnelle und genaue Kartenaufnahme großer, oft unzugänglicher Gebiete ist heute mit Flugzeug und Luftbild möglich<sup>14</sup>; die Vermessung kolonialen Gebietes, von Urwaldgebieten erfordert das Luftbild. Der Hinweis auf die Erfolge, die deutsche Vermessungskunde auf diesem Gebiet erreicht hat, rückt die rein mathematische Fragestellung aus dem engen Fachgebiet, aus der theoretischen Diskussion der „Invarianten einer projektiven Transformation“ heraus in eine lebendige Beziehung zu der Geistesgeschichte überhaupt und vermittelt damit den von der Schule angestrebten Zusammenblick aller Einzeldisziplinen zu einer umfassenden Kenntnis unserer Entwicklungsgeschichte!

Die Anzahl der möglichen Aufgaben und Probleme aus dem Gebiete der Luftfahrt und des Luftschutes ließe sich ohne Mühe vervielfachen. In den vorliegenden Ausführungen konnte es sich lediglich darum handeln, einige Einzelgebiete zu unreißen. Die Auswahl des Unterrichtsstoffes im Einzelfalle bleibt — gleichgültig ob man die hier angeführten Gebiete wählt oder noch andere heranzieht — stets verantwortlich dem Ermessen des unterrichtenden Lehrers überlassen, der in seiner Persönlichkeit und seinem kämpferischen Wollen und Streben entscheidend und zielgebend ist für die Gestalt und das Wesen der Jugend unserer Zukunft!

<sup>13</sup> Vgl. Seite 50.

<sup>14</sup> Vgl. Seite 56.

## Literatur

## I. Bücher

1. Allgemeine Beförderungsbedingungen der Deutschen Luft Hansa.
2. Aviaticus, Jahrbuch der Deutschen Luftfahrt 1931. Berlin.
3. H. Becker, Wirtschaftliche Probleme des Luftverkehrs, 1931.
4. Betriebsmitteilungen der Deutschen Luft Hansa.
5. W. Bley, Deutsche Luft Hansa, Berlin 1932.
6. Blum-Virath, Lebensfragen der Deutschen Luftfahrt, Stuttgart 1928.
7. R. Breuer, Die Wirtschaftlichkeit des Luftverkehrs, Köln 1928.
8. A. Dörner, Mathematik im Dienste der nationalpolitischen Erziehung, Frankfurt a. M. 1936.
9. „England-South Africa civil air Transport Service“, presented to Parliament by Command of His Majesty. (Air Ministry 1930).
10. Flugplan und Verkehrsnetz der Deutschen Luft Hansa, Berlin.
11. H. Fricke, Die Grundlagen der Luftfahrt, Heft I, Fluglehre I, Bewegung, Oldenbourg i. D. 1931.
12. P. Gast, Vorlesungen über Photogrammetrie, Leipzig 1930.
13. Geschäftsberichte der Deutschen Luft Hansa.
14. Handbuch des Motor- und Segelfliegens, Potsdam 1935.
15. R. Hagershoff, Handbuch der wissenschaftlichen und angewandten Photographie. Band VII: Photogrammetrie und Luftbildwesen, Wien 1930.
16. W. Immler, Flugzeugnavigation, München 1934.
17. Internationales Luftfahrt-Archiv.
18. F. J. J. J. J. J. J., Der dritte Weg, Zürich 1933.
19. Jahrbuch der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt. Berlin.
20. Jahrbuch des Deutschen Luftfahrt-Verbandes 1930 und 1931. Berlin.
21. Jansen-Pehold, Kaufmännisches Rechnen, Frankfurt a. M. 1935.
22. Knauß, Deutscher Luftverkehr, Berlin 1933.
23. Kähler-Graf, Nationalpolitische Ergänzungsstoffe für den mathematischen Unterricht, Dresden 1936.
24. E. Kredel, Die Deutsche Handelsluftfahrt, Hannover 1929.
25. Lloyd Aero Boliviano Annual.
26. R. Löwe, Flugzeugortung, Berlin 1933.
27. Richard Louis, Dreißig Jahre Zeppelin-Luftschiffahrt.
28. H. Lüfcher, Kartieren nach Luftbildern, Berlin 1937.
29. Luftverkehr über den Ozean. Herausgegeben vom Institut für Meereskunde zu Berlin. 1934.
30. v. Mises, Fluglehre, Berlin 1936.
31. E. Oswald, Zur Nationalisierung der innerdeutschen Handelsluftfahrt, Heidelberg 1930.
32. E. Virath, Forschungsergebnisse des Verkehrswissenschaftlichen Instituts für Luftfahrt an der Technischen Hochschule Stuttgart (Heft 1—8), München bzw. Berlin 1929—1935.
33. E. H. Vollog, Der Weltluftverkehr, seine Entwicklung, Geographie und wirtschaftliche Bedeutung, Leipzig 1929.
34. H. Röder, Wirtschaftliche Luftfahrt, Dresden 1929.
35. G. Scheffers, Wie findet und zeichnet man Gradnetze von Land- und Sternkarten? Leipzig 1934.
36. R. Schwidetzky, Einführung in die Luft- und Erdbildmessung, Leipzig 1936.
37. M. Stahlberg, Organisation und betriebswirtschaftliche Grundprobleme der deutschen Handelsluftfahrt.



38. Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich.
39. J. Ulberup, Der Stand des Weltluftverkehrs, Berlin 1935.
40. M. Bronsky, Deutsche Luftpolitik, Berlin.

## II. Zeitschriften

1. Aero Digest, New York.
2. Air Commerce Bulletin, Washington.
3. Aircraft Engineering, London.
4. Airports and Airlines, Washington.
5. Airway Age, East Stroudsburg, Pa.
6. Airways and Airports London.
7. Aviation, New York.
8. Aviation Guide, Chicago.
9. Bulletin de Renseignements, Paris.
10. Flight, London.
11. Flug, Wien.
12. Flugkapitän, Berlin.
13. Fokker Bulletin, Amsterdam.
14. Interavia, Internationale Luftfahrtkorrespondenz, Genf.
15. L'Aéronautique, Paris.
16. L'Aérophile, Paris.
17. L'Indicateur Aérien, Paris.
18. Luftfahrt und Schule, Berlin.
19. Luftfahrzeugbau und Luftfahrt, Berlin.
20. Luftschau, Berlin.
21. Luftwacht, Berlin.
22. Luftwissen, Berlin.
23. Nachrichten für Luftfahrer, Berlin.
24. Das Raumbild, Dießen a. M.
25. Reichsluftfursbuch, Berlin.
26. Rivista Aeronautica, Rom.
27. S. A. E. Journal, New York.
28. Schweizer Aero-Revue, Zürich.
29. The Aeroplane, London.
30. Traffic World, Chicago.
31. Transactions of the American Society of Mechanical Engineers (Aeronautical Engineering), New York.
32. V. D. F.-Zeitschrift, Berlin.
33. Verkehrstechnische Woche, Berlin.
34. Die Wehrmacht, Berlin.
35. Western Flying, Los Angeles.
36. Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt (ZFM), München.
37. Zeitschrift für Flugwesen, Prag.

# Behandlung der Fluglehre im Physikunterricht

Von Karl Hauschulz

## Einleitung

Es besteht heute keine Meinungsverschiedenheit darüber, daß die Behandlung von technischen Einrichtungen eine wesentliche Aufgabe des naturwissenschaftlichen, insbesondere des physikalischen Unterrichts ist. Die Frage ist nur, wie das Gebiet der technischen Anwendungen abzugrenzen, und welche Stellung ihm im Rahmen des Unterrichts zuzuweisen ist.

Bergegenwärtigen wir uns einmal die Lage, wie sie etwa um die Jahrhundertwende bestand. Zwar stellt Poske noch 1915 fest, es sei „noch nicht zu lange her, daß die Verfasser von physikalischen Lehrbüchern das Eingehen auf die technischen Anwendungen der Physik ablehnten mit der Begründung, daß diese Anwendungen nicht zur Wissenschaft gehörten“.<sup>1</sup> Aber die Allgemeinheit war über solche einzelnen Stimmen längst zur Tagesordnung übergegangen. Die Behandlung der Wassermotoren, der Dampfmaschine, der Dynamomaschine, des Telegraphen usw. gehörten bereits zum eisernen Bestand des Unterrichts und der Lehrbücher.

Seitdem hat die stürmische Entwicklung der physikalischen Wissenschaft und der Technik den Unterricht vor eine Fülle neuer Probleme gestellt, und demgemäß mußte auch der Kreis der technischen Anwendungen erheblich weiter gezogen werden. Neben die Dampfmaschine treten die verschiedenen Arten der Verbrennungsmotoren; die Entwicklung der Elektrotechnik, insbesondere der Nachrichtenübermittlung durch elektrische Wellen, verschiebt das Gleichgewicht der Stoffgebiete stark zugunsten der Elektrizitätslehre. Schließlich verlangt die Revolutionierung des Verkehrswesens durch Lenkluftschiff und Flugzeug gebieterisch eine angemessene Berücksichtigung im Unterricht.

Während die meisten dieser Errungenschaften unserer Zeit mit bemerkenswerter Schnelligkeit ihren Eingang in den Physikunterricht gefunden haben und ihre Behandlung in gründlicher Weise schulgemäß ausgestaltet worden ist, — ich erinnere besonders an die Arbeiten über elektrische Schwingungen und Wellen in der Zeit nach dem Kriege — ist die Behandlung des Flugwesens bis in die letzte Zeit aus einer gewissen Randstellung nicht herausgekommen. Zwar sind auch auf diesem Gebiete an mehreren Stellen wichtige Vorarbeiten geleistet worden, wie die Einführungslehrgänge der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Warnemünde (1928),<sup>2</sup> der Bau eines Windkanals mit Zwei-

<sup>1</sup> Poske, Didaktik des physikalischen Unterrichts, S. 94.

<sup>2</sup> Vgl. Friede, Die Grundlagen der Luftfahrt, Heft I—VI.

Komponentenwaage durch Risse,<sup>3</sup> die Ausarbeitung eines methodischen Lehrgangs zur Einführung in die Physik des Fliegens durch Schütt.<sup>4</sup> Aber erst in den letzten Jahren fanden die Bestrebungen zur systematischen Eingliederung der Fluglehre in den Unterricht stärkere Beachtung, die auch in einer entsprechenden Berücksichtigung in einzelnen Lehrbüchern ihren Ausdruck fand. Es kann daher festgestellt werden, daß es nicht nur die Bedürfnisse der wehrpolitischen Lage Deutschlands sind, die eine wesentlich eingehendere Behandlung der Flugprobleme im Unterricht gebietsweise fordern, sondern daß es auch aus didaktischen Gründen notwendig geworden ist, die bisher nur kurz behandelten Themen „Luftwiderstand“ und „Flüssigkeitsströmungen“ angemessen zu erweitern und zu einem Sondergebiet zusammenzufassen, dessen wichtigste Anwendung und Kristallisationskern das Problem des Fliegens darstellt.

Es kann nicht wundernehmen, daß angesichts einer derartigen Erweiterung des Aufgabekreises des Physikunterrichts Bedenken auftauchen, die einer Nachprüfung bedürfen. Solche Bedenken bestehen einmal hinsichtlich der Fülle des zu bewältigenden Lehrstoffes.

Denn die Festlegung von 10 bis 12 Unterrichtsstunden, d. h. 4 bis 6 Wochen zur Behandlung der Fluglehre kann nicht ohne Rückwirkung auf die Auswahl des übrigen Lehrstoffes bleiben. Der Lehrer wird also sein Augenmerk darauf richten müssen, in welchen Gebieten Einsparungen vorgenommen werden können. Daß insbesondere in dem einführenden Lehrgang, für die höhere Schule also in der Mittelstufe, solche Möglichkeiten bestehen, kann nicht in Abrede gestellt werden. Es sei nur an die Elektrostatik erinnert, die vielfach immer noch einen recht breiten Raum einnimmt.

Bedenklicher war die Lage für die Oberstufe der höheren Schule, vor allem am Reformrealgymnasium, der in Preußen am weitesten verbreiteten Schulart, dem seit der Reform vom Jahre 1925 für den Physikunterricht nur drei Halbjahreskurse zu je drei Wochenstunden zur Verfügung standen. Hier bedingte die Behandlung der Fluglehre mit der zu ihrer Vorbereitung erforderlichen gründlichen Schulung in der Mechanik eine Festlegung des Lehrplanes, die dazu zwang, auf die Erfüllung wichtiger Kulturaufgaben des physikalischen Unterrichts an anderer Stelle zu verzichten. Durch die Reformpläne von 1937 ist glücklicherweise für den Physikunterricht an diesen Schulen eine Besserung der Lage eingetreten.

Ein anderes Bedenken wird darin erblickt, daß bei einer weitgehenden Behandlung der Fluglehre das Technische allzu stark in den Vordergrund trete, und daß der Physikunterricht Gefahr laufe, sich dem Charakter des Fachschulunterrichts zu nähern. Hierzu ist zu sagen, daß es zweifellos für den Lehrer nicht leicht ist, bei der Behandlung der Fluglehre den rechten Kurs zu steuern zwischen dem Erarbeiten

<sup>3</sup> Das Gerät wurde im Jahre 1926 im Heinrich v. Kleist-Realgymnasium zu Berlin-Schmargendorf erbaut. Leider ist darüber nichts veröffentlicht.

<sup>4</sup> Schütt, Einführung, 1931.

physikalischer Erkenntnisse und der Einführung in den nicht geringen Komplex von technischen Einzelheiten und Begriffen. Andererseits ist es aber auch eine dankbare Aufgabe, angesichts eines solchen Stoffes, dem die Herzen der Jugend gehören, auf unterrichtlichem Gebiete Neuland zu erobern. Und wenn es in diesen Stunden auch zeitweise etwas stürmisch und kunterbunt zugehen sollte, weil die Schüler ihre durch Beobachtung oder beim Basteln erworbenen Kenntnisse ungeordnet und gelegentlich in mißverständlicher Weise anzubringen suchen, so ist das kein Nachteil, wenn der Lehrer nur klar im Auge behält, daß das Ziel auch dieses Unterrichts das Erarbeiten physikalischer Begriffe und Gesetze ist. Eine flugtechnische Ausbildung können und sollen wir in der Schule ebensowenig betreiben wie eine wehrtechnische Ausbildung. Über die rechte Auffassung des Unterrichtsziels sagt Günther sehr treffend:<sup>5</sup> „Die beste Vorbereitung für das Leben auch im wehrmäßigen Sinne bleibt im allgemeinen gründlicher Physikunterricht, der dem Schüler nicht nur einige Regeln für einige besondere Fälle eingeprägt hat, sondern der ihn in die Lage versetzt, in jedem Falle selbständig zu urteilen und zu handeln.“

Es ist selbstverständlich, daß die Behandlung der Fluglehre den Lehrer vor eine ganze Reihe didaktischer und praktischer Fragen stellt. Er wird sich aber durch die große Anteilnahme, die die Jugend dem neuen Stoff entgegenbringt, und den frischen Geist, der damit in den Unterricht einzieht, bald reichlich belohnt sehen. Er wird feststellen können, daß mancher physikalische Begriff und manches Naturgesetz durch die dem Schüler nahe liegende Anwendung in der Fluglehre viel eindrucksvoller und anschaulicher hervortritt, und daß der neue Stoff an den Unterricht nicht nur Forderungen stellt, sondern umgekehrt auch anregend und befruchtend auf das Verständnis zahlreicher physikalischer Zusammenhänge wirkt.

Die folgenden Ausführungen haben zum Ziel, die hinsichtlich der Luftfahrt bestehenden Fragen der unterrichtlichen Behandlung in der Schule zugänglich zu machen. Dabei konnte bei verschiedenen Gelegenheiten auf die verdienstvolle Vorarbeit von Schütt Bezug genommen werden. Das Eingehen auf Vallon und Lenkluftschiff erschien entbehrlich, da für die Behandlung dieses Stoffes keine neuen Gesichtspunkte vorliegen. Die nachstehenden Ausführungen enthalten einmal eine Skizze der in dem Ministerialerlaß vorgesehenen Lehrgänge der Fluglehre, ferner eine Zusammenstellung von Anwendungen physikalischer Vorgänge und Gesetze, die bei passender Gelegenheit im Unterricht behandelt werden können. Ein Anspruch auf Vollständigkeit soll natürlich ebensowenig erhoben werden wie die Forderung, daß im Unterricht auf alle behandelten Fragen eingegangen werden müsse.

<sup>5</sup> Günther, Zur Lage des Physikunterrichts. Monatschrift des NSLB. Sachsen, Beilage „Die höhere Schule“, 13. Jahrgang 1935, Heft 8.

## A. Der einführende Lehrgang

### 1. Kennzeichnung des Lehrganges

Die Ankündigung des Lehrers, daß man sich im Unterricht einige Zeit mit Fragen der Luftfahrt befassen wolle, wird sicher in jeder Klasse allgemeine Zustimmung und Begeisterung hervorrufen. Es wird dabei ähnlich ergehen wie beim Beginn der Behandlung der Elektrizitätslehre: Etwas Neues, von dessen äußeren Erscheinungen man schon vielerlei gesehen und erfahren hat, dessen inneres Wesen aber noch dunkel und geheimnisvoll ist, tritt an den Schüler heran und erregt seine lebhafteste Teilnahme. Diese innere Einstellung des Schülers dem neuen Gegenstand gegenüber lebendig zu erhalten und zur aktiven Mitarbeit auszunutzen, dürfte gerade in diesem Lehrgang eine dankbare Aufgabe sein.

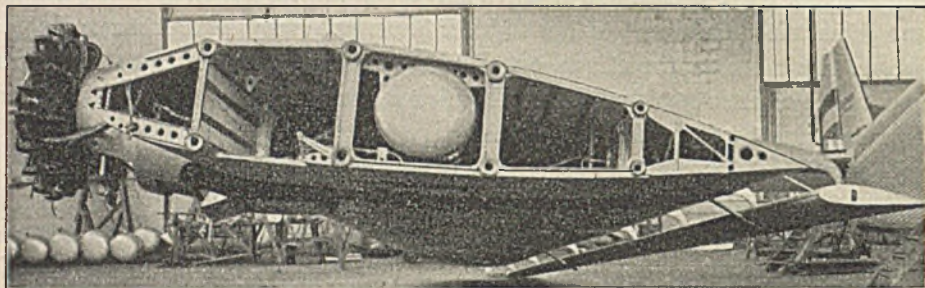
Für die Fluglehre gilt, wie für jedes andere Gebiet der Physik, daß der Einführungslehrgang sich auf Erfahrung, d. h. vor allem auf Unterrichtsversuche gründen muß. Abstrakte Erörterungen, Formeln und Rechnungen würden das Interesse des Schülers bald erlahmen lassen. Die erste Aufgabe des Lehrers wird also sein, die Voraussetzungen für einen lebensvollen Unterricht durch Bereitstellung der notwendigen Apparate zu schaffen. Hierüber wird an den betreffenden Stellen einiges zu sagen sein. Es ist ein günstiger Umstand, daß für den einführenden Lehrgang nur wenige, verhältnismäßig bescheidene Anschaffungen erforderlich sind (vgl. Anlage 1 des Ministerialerlasses), und daß manche nützlichen Geräte sich mit einfachen Werkstattmitteln unschwer herstellen lassen. Auch für Freihandversuche bietet die Fluglehre nicht selten Gelegenheit. Grundsätzlich ist noch zu sagen, daß die verwendeten Geräte möglichst einfach und dem Charakter des Lehrganges angepaßt sein sollten, damit nicht Arbeitsmethoden vorweggenommen werden, die der Oberstufe vorbehalten sind.

Die Stellung des Lehrganges im Rahmen des Physikunterrichts ergibt sich zwangsläufig daraus, daß zu seiner erfolgreichen Durchführung eine gute Beherrschung der wichtigsten Begriffe und Gesetze der elementaren Mechanik erforderlich ist. Hierzu gehört neben dem Kraftbegriff und seiner zeichnerischen Darstellung, dem Satz vom Kräfteparallelogramm, sowie der Lehre vom Schwerpunkt auch die Kenntnis des Verhaltens der flüssigen und gasförmigen Körper, vor allem des Luftdrucks und seiner Messung. Da diese Gegenstände immerhin bereits eine gewisse Abstraktionsfähigkeit erfordern, werden sie im allgemeinen nicht im ersten Jahre des Physikunterrichts behandelt, wo das naive Erleben der Naturvorgänge durchaus im Vordergrund stehen soll, sondern erst im zweiten, in der höheren Schule also in O III. In diese Klassenstufe wird daher auch zweckmäßig die Einführung in die Fluglehre zu legen sein. Dafür spricht auch, daß der Schüler dieses Alters sich die Freude an manueller Betätigung, wie Anfertigung von Modellen und Zeichnungen, Ausführung von einfachen Versuchen zu Hause usw., im allgemeinen noch bewahrt hat. Hierzu

den Schüler anzuregen und mit den nötigen Anleitungen zu versehen, wird für den Lehrer ebenfalls eine dankbare Aufgabe sein.

## 2. Das Flugzeug und seine Teile

Wenn auch die meisten Schüler bereits eine gute Vorstellung von dem Aufbau eines Flugzeugs mitbringen, wird es doch nicht überflüssig sein — schon im Hinblick auf die technischen Bezeichnungen —, zunächst auf die einzelnen Teile eines Flugzeugs und ihre Anordnung einzugehen. Hierfür ist der Bau oder die Anschaffung



Junkers Flugzeugwerke A.-G.

Abb. 1. Rechte Tragfläche des „Ju 52“ mit Hilfsflügel, Seitenmotor und Brennstoffbehälter.

eines Modells zu empfehlen, das hinreichend groß ist, um von allen Plätzen gut sichtbar zu sein, und an dem die wichtigen Organe möglichst sinnfällig, etwa durch verschiedene Färbung, kenntlich gemacht sind. Sehr beachtenswert ist auch der Vorschlag, das Modell vor den Augen der Schüler entstehen zu lassen, indem man den Rumpf mit Kreide auf ein schwarzes Brett zeichnet und die aus Pappe geschnittenen Flügel, Ruderorgane usw. mit Reißzwecken an diesem befestigt.<sup>6</sup>

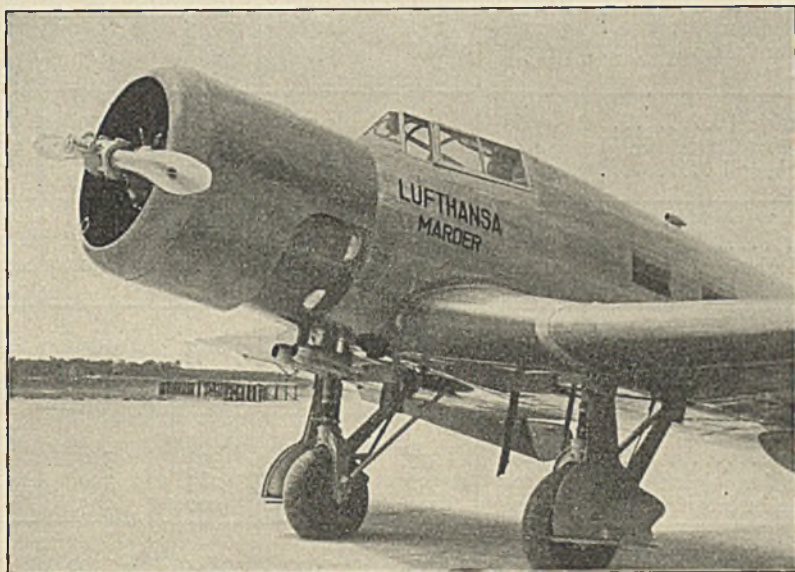
Da bei Modellen die Tragflügel häufig durch einfache gebogene Flächen dargestellt werden, wird in dieser einleitenden Besprechung bereits auf die vorn abgerundete, hinten spitz zulaufende Form des Profils hinzuweisen sein, die auch bei den Ruderorganen wiederkehrt. Mancher Schüler wird über die oft recht ansehnliche Dicke der Flügel erstaunt sein, die sogar die Unterbringung von Betriebsstoffvorräten usw. gestattet (Abb. 1). Auch das Vorhandensein mancher Einzelteile, wie des Querruders oder der Höhen- und Seitenflossen, häufig auch Dämpfungsflächen genannt, dürfte nicht allgemein bekannt sein.

Der Lehrer wird vielleicht bei dieser Gelegenheit bereits auf die geschichtliche Entwicklung des Flugwesens und insbesondere die bahnbrechende Arbeit Otto Lilienthals<sup>7</sup> eingehen, dessen Kampf und Lebensschicksal seinen Eindruck auf den Schüler nicht verfehlen wird. Die Entwicklung zur Einfachheit in Form und Aufbau, die das Flugzeug in den wenigen Jahrzehnten seines Bestehens durchgemacht hat, wird an

<sup>6</sup> Vgl. Fricke, Fluglehre, Heft III, S. 14.

<sup>7</sup> Otto Lilienthal, Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst.

Hand von Lichtbildern älterer Flugzeuge (Gebrüder Wright, Farman, Taube) mit ihren zahlreichen freiliegenden Streben und Spanndrähten ersichtlich; hierbei kann auch vorgehend darauf hingewiesen werden, daß gerade diese Nebenteile den Luftwiderstand des Flugzeugs ganz gewaltig erhöhen. Zeigt man dann noch einige Lichtbilder moderner Flugzeugtypen (Abb. 2), mit ihrer verschiedenen Flügelanordnung (Ein- und Mehrdecker), dem Einbau von Motoren und Luftschrauben und den gebräuchlichen Fahrwerken (Räder und Sporn bei Landflugzeugen, Schwimmer oder Bootskörper bei Wasserflugzeugen), so wird der Schüler in einer anregenden



Junkers Flugzeugwerke A.-G.

Abb. 2. Schnellverkehrsflugzeug „Ju 160“. Das Fahrwerk ist nach innen einschwenkbar. Zur Verringerung des Luftwiderstandes sind Rumpf und Flügel aus Glatblech hergestellt. Der luftgekühlte Sternmotor ist mit einer Ringverkleidung (N. A. C. A.-Haube) ausgestattet.

Stunde ein klares Bild der Einrichtung eines Flugzeugs gewinnen. Zahlenangaben über Größe der Flügel, Gewicht und Geschwindigkeit von Flugzeugen usw. werden an dieser Stelle willkommen sein (vgl. die Übersicht S. 110).

### 3. Statischer und dynamischer Auftrieb

Nach der obigen Einführung drängt sich zwangsläufig die Frage auf, die ja das Hauptproblem der Fliegerei bildet: Wie kommt es, daß die erhebliche Last eines Flugzeugs von der Luft getragen werden kann? Bei waagerechtem Flug, d. h. wenn das Flugzeug weder steigt noch sinkt, ist die von der Luft ausgeübte Tragkraft offenbar gleich dem Gewicht des Flugzeugs, d. h. im allgemeinen mehrere tausend Kilogramm groß (das Riesenflugboot Do X wiegt 50 Tonnen!). Hierbei zeigt sich sehr

eindrucksvoll, daß die Luft ein Körper ist, dessen Tragkraft allerdings erst dadurch entsteht, daß das Flugzeug mit einer hinreichenden Geschwindigkeit in ihr bewegt wird.

### Vergleichende Übersicht moderner Verkehrsflugzeuge.<sup>8</sup>

Werk	Dornier	Heinkel	Junkers	Klemm		
Baumuster.....	Wal 1933	He 70	He 111	Ju 52/3 m	Ju 160	Kl 35
Baujahr .....	1933	1932	1935	1933	1934	1935
Zweck .....	Transocean- verkehr	Schnell- post	Schnell- verkehr	Schnell- verkehr	Schnell- verkehr	Sport
Spannweite m.....	27,2	14,8	22,6	29,25	14,2	10,4
Tragende Fläche m <sup>2</sup> .....	113,2	36,8	87,6	110,5	34,8	15,2
Leergewicht t.....	5,60	2,30	5,21	6,61	2,39	0,395
Nutzlast und Betriebsstoff t	4,40	1,01	2,41	2,86	1,16	0,310
Fluggewicht t.....	10,00	3,31	7,62	9,47	3,55	0,705
Motor.....	BMB	BMB	2 BMB- Hornet's	3 BMB	Hornet	Hirth
Motorleistung PS .....	1200	637	1760	1980	670	80
Flächenbelastung <sup>1</sup> kg/m <sup>2</sup>	88,2	90	87,0	85,7	102	46,4
Leistungsbelastung <sup>2</sup> kg/PS	8,3	5,2	4,3	4,8	5,7	8,8
Höchstgeschwindigkeit km/h .....	230	377	410	303	340	190
Reisegeschwindigkeit km/h	210	336	350	283	320	175
Landegeschwindigkeit km/h	100	110	100	100	105	75
Theoret. Gipfelhöhe m ...	4 500	5 350	5 600	6 600	5 700	4 100
Reichweite km.....	3 600	1 000	1 500	500 <sup>3</sup>	850	800

<sup>1</sup> Flächenbelastung = Fluggewicht: Tragende Fläche.

<sup>2</sup> Leistungsbelastung = Fluggewicht: Motorleistung. <sup>3</sup> Bei verminderter Nutzlast (590 kg) 2000 km.

Dem Schüler ist bereits bekannt, daß jeder Körper, der sich in der Luft befindet, d. h. Luft verdrängt, hierdurch einen Auftrieb erfährt, dessen Größe durch das Archimedisches Prinzip angegeben wird. Aber dieser Auftrieb, auf dem die Steigfähigkeit des Luftballons und des lenkbaren Luftschiffs beruht, ist bereits im ruhenden Zustand vorhanden, also ein statischer Auftrieb. Mit diesem aber hat die Kraft, die das bewegte Flugzeug trägt, nichts zu tun. Man bezeichnet diese daher als dynamischen Auftrieb. In der so neu geprägten Ausdrucksweise heißt die Fragestellung also: Wie entsteht der dynamische Auftrieb?

Es mag nicht überflüssig sein, bereits an dieser Stelle den Versuch zu unternehmen, diese Frage ohne weitere Vorbereitung zu lösen, etwa auf Grund der Vorstel-

<sup>8</sup> Ausführliche Übersichten finden sich in v. Mises, Fluglehre, 4. Auflage, S. 385 und Datsch, Luftfahrt S. 132 f.



lung, daß die Luftteilchen bei der Bewegung gegen die Flügel des Flugzeugs stoßen und von diesen schräg abwärts zurückprallen, wobei sie einen schräg aufwärts gerichteten Stoß auf die Flügel ausüben. Eine kritische Betrachtung dieses Erklärungsversuchs muß zwangsläufig zu dem Vorschlag führen, die Bewegung der Luftteilchen in der Umgebung des Flügels durch Versuche zu beobachten, und damit ist der Ausblick auf eine Forschungsmethode eröffnet, die mit größtem Erfolg auf die Lösung des Flugproblems angewandt worden ist, die Strömungslehre. Andererseits wird dem Schüler einleuchten, daß eine solche, mehr betrachtende Untersuchung des Flugvorgangs durch Messungen ergänzt werden muß, und daß diese vor allem Größe, Richtung und Angriffspunkt der durch die Luft auf das Flugzeug ausgeübten Kraft zum Gegenstand haben müssen.

In der Tat befinden wir uns in unserem Lehrgang an derselben Stelle, an der die Entwicklung der Luftfahrt vor Otto Lilienthal stand, und die soeben gekennzeichneten Wege entsprechen durchaus denen, welche die Forschung in ihrer geschichtlichen Entwicklung gegangen ist. Beide Wege haben ihre charakteristischen Eigenarten, beide sind für den Schüler reizvoll. Welcher von ihnen in unserem Lehrgang zuerst beschritten wird, ist verhältnismäßig nebensächlich und für das Ergebnis nicht entscheidend. Wichtig aber ist, daß der Schüler im Laufe des Lehrgangs sieht, wie diese beiden Wege nachher wieder zusammenlaufen, und wie die auf dem einen Wege gewonnenen Erkenntnisse den Ergebnissen des anderen zugute kommen. Der Schüler, dem dies zum Bewußtsein kommt, wird dadurch einen vertieften Einblick in das Wesen der physikalischen Forschung und ein Gefühl der Hochachtung und Ehrerbietung vor den Männern, die diese wissenschaftliche Arbeit vollbracht haben, und den Pionieren der Technik gewinnen. Ein Unterricht, der dies leistet, wird im besten Sinne der humanistischen Aufgabe gerecht, auf die Friedrich Poske die Lehrer immer wieder hingewiesen hat, und von der er einmal sagt: „Indem der Physikunterricht dartut, wie physikalisches Wissen erzeugt wird, liefert er eines der gültigsten Zeugnisse von der Entstehung des Wissens überhaupt.“<sup>9</sup>

#### 4. Der Luftwiderstand

Die Messung des Luftwiderstandes ähnelt in gewisser Weise der Bestimmung der Reibung, die bei der Bewegung eines Körpers, z. B. eines Holzklozes, über eine waagerechte Ebene auftritt. Man bestimmt diese bekanntlich am einfachsten, indem man den Klotz mittels einer geeichten Federwaage (Dynamometer) gleichförmig über den Tisch zieht: die Federwaage zeigt dann die Größe der Zugkraft und demnach mittelbar die ihr gleiche Reibungskraft an. Eine Übertragung dieser Methode auf die Messung des Luftwiderstandes läßt sofort die technischen Schwierigkeiten erkennen: der Kraftmesser muß mit dem bewegten Körper fest verbunden und daher mit der gleichen Geschwindigkeit durch die Luft geführt werden; ferner muß die Beobachtung des Meßgerätes vom bewegten Körper aus erfolgen.

<sup>9</sup> Poske, Didaktik des physikalischen Unterrichts S. 39.

Es ist von historischem Interesse, daß dieser nächstliegende Weg zur Messung des Luftwiderstandes bereits vor der Entwicklung der Flugtechnik tatsächlich beschritten worden ist. Man befestigte den Modellkörper mittels eines Gestänges vorn an einem schnell bewegten Fahrzeug, z. B. einer Lokomotive, und maß die hierbei entstehende waagrecht wirkende Druckkraft.<sup>10</sup> Die Ergebnisse waren aber infolge der unvermeidbaren Erschütterungen des Fahrzeuges sehr unbefriedigend.

Dtto Lilienthal hat dann einen ähnlichen Weg eingeschlagen, indem er statt der geradlinigen Bewegung eine kreisförmige wählte. Ist der Radius der Kreisbahn

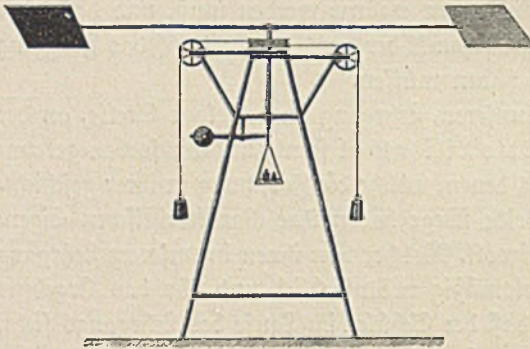


Abb. 3. Rundlauf von Otto Lilienthal. Durch die Zuggewichte rechts und links wird der Luftwiderstand der beiden bewegten Flächen bestimmt. Die Belastung der Waagschale in der Mitte ist gleich dem Auftrieb.

Auß: O. Lilienthal, Der Vogelflug, Döbnerbourg.

hinreichend groß, so ist die Abweichung von der geradlinigen Bahn verhältnismäßig gering; außerdem lassen sich so recht ansehnliche Geschwindigkeiten erzielen. Lilienthal benutzte bei seinen Versuchen einen Rundlauf, der aus einem festen Gestell mit einem um dessen senkrechte Achse drehbaren Gestänge bestand (Abb. 3). Am Ende des Gestänges wurde der zu untersuchende Körper befestigt. Der Rundlauf wurde durch herabsinkende Gewichte angetrieben. In der Tat sind von ihm mit diesem Gerät die wichtigsten Eigenschaften

der Flügel gefunden worden. Es ist daher sehr zu begrüßen, daß dieser Gedanke neuerdings aufgegriffen und der Konstruktion eines für den Unterricht bestimmten, sehr preiswerten Gerätes zugrunde gelegt worden ist.<sup>11</sup> Man kann mit diesem Rundlauf sowohl den Luftwiderstand verschiedener Körper, als auch die auf den Flügel wirkenden Kräfte bestimmen. — Denselben Gedanken benutzt auch Wildermuth zur Messung von Widerstand und Auftrieb.<sup>12</sup>

Daß der Rundlauf den steigenden Ansprüchen bei der Entwicklung der Flugtechnik nicht genügen konnte, hat vor allem darin seinen Grund, daß durch die Bewegung der Körper die Luft in der Umgebung des Rundlaufs selber in kreisende Bewegung versetzt wird. Außerdem wird die durch den umlaufenden Widerstandskörper mitgerissene Luft zentrifugal nach außen abgeschleudert. Es treten daher erhebliche Abweichungen von der geradlinigen Strömung auf. Daher wandte Eiffel in Paris eine andere Methode an, indem er von dem 300 m hohen Eiffelturm ein Drahtseil senkrecht zur Erde spannte und an diesem die Körper herabgleiten ließ.

<sup>10</sup> Pfister, Grundlagen der Fluglehre I S. 22.

<sup>11</sup> Das Gerät wird von der Fa. E. Leybolds Nachf., Köln a. Rh. hergestellt.

<sup>12</sup> Praktische Schulphysik, 15. Jahrgang 1935, Heft 1. — Das Gerät wird von den Physikal. Werkstätten, Göttingen, hergestellt.

Hierbei konnten recht genaue Messungen vorgenommen werden. Die Methode der Widerstandsmessung am bewegten Körper wird übrigens heute noch beim Schleppversuch zur Messung des Wasserwiderstandes von Schiffsmodellen und anderen Körpern weitgehend angewandt.

Angesichts der Schwierigkeiten, die sich bei der direkten Messung des Luftwiderstandes ergeben, wird der Schüler die Umkehrung des Verfahrens, d. h. die Messung am ruhenden Körper in bewegter Luft, als einen außerordentlichen Fortschritt empfinden. Dieses Verfahren ist anscheinend zuerst von dem Engländer H. Philipps<sup>13</sup> 1884 angewandt worden. Der Däne La Cour benutzte, etwa 1890, einen Schraubenventilator, Fr minger und Vogt einen Schornstein als Antriebskraft. Der Franzose Renard begann um 1896 mit Widerstandsversuchen im Luftstrom, die von Eiffel 1907 auf breiterer Basis in Angriff genommen wurden.

Bei der Bestimmung des Luftwiderstandes kommt es in dem einführenden Lehrgang vor allem darauf an, daß dem Schüler an einem möglichst einfachen Gerate der Einfluß der Körperform auf den Luftwiderstand vor Augen geführt wird. Genaue Messungen, zu denen ein Windkanal und eine entsprechende Waage erforderlich ist, sind Aufgabe des weiterführenden Lehrgangs der Oberstufe. Schütt benutzt zur Widerstandsmessung eine Briefwaage, auf der statt des Tellers die Widerstandskörper befestigt werden und bläst diese durch einen senkrecht darüber eingespannten Fön an.<sup>14</sup> Zur Vermeidung von Wirbeln ist die Heizspirale aus dem Fön entfernt. Der Luftstrom hat in 5 cm Abstand von der Mündung eine Geschwindigkeit von etwa 12 m/s. Das Gerät liefert durchaus befriedigende Vergleichswerte und empfiehlt sich durch seine Einfachheit und die Bequemlichkeit seiner Handhabung. Außerdem läßt sich der von dem Fön gelieferte Luftstrom für zahlreiche weitere Versuche gut verwenden. — Eine andere einfache Methode der Widerstandsmessung, die bei den Einführungslehrgängen der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht Verwendung gefunden hat, gibt Fricke<sup>15</sup> an. Er befestigt den Widerstandskörper an einem senkrechten Hebel und mißt das ausgeübte Drehmoment durch eine Federwaage, die an einem kürzeren Hebelarm angreift. — Als sehr geeignet für diesen Lehrgang erscheint auch der oben erwähnte Rundlauf (vgl. S. 112). Daß die Körper, die übrigens von ansehnlicher Größe sind, hierbei selber bewegt werden, entspricht zweifellos sehr gut der geistigen Einstellung des Schülers in diesem Alter.

Als einfachster Fall wird zunächst eine kreisförmige Platte untersucht, die senkrecht zur Strömung steht, und in bekannter Weise gezeigt, daß ihr Luftwiderstand mit der Größe der Platte und mit der Geschwindigkeit wächst, wodurch eine aus dem

<sup>13</sup> Handbuch der Experimentalphysik Band IV, Teil 2, S. 46, Flachsbart, Geschichte des Luftwiderstandes.

<sup>14</sup> Fricke, Fluglehre Heft II S. 16 und Schütt, Einführung S. 11.

<sup>15</sup> Fricke, Die Grundlagen der Luftfahrt II S. 21. — Vgl. auch Müller, Erste Einführung in die physikalische Fluglehre.

täglichen Leben bereits gewonnene Erfahrung (langsameres und schnelles Radfahren usw.) experimentell bestätigt wird. Eine zahlenmäßige Untersuchung dieser Abhängigkeit muß der Oberstufe verbleiben.

Nunmehr wird der Luftwiderstand von Körpern verglichen, die verschiedene Form, aber in der Strömungsrichtung alle denselben größten Querschnitt, dieselbe Stirnfläche, haben wie die kreisförmige Scheibe. Sie entstehen aus der Scheibe gewissermaßen dadurch, daß man diese in verschiedener Weise „verkleidet“. Als wirksamste Verkleidung, d. h. als diejenige, die bei derselben Stirnfläche und bei gleicher Strömungsgeschwindigkeit den kleinsten Luftwiderstand liefert, ergibt sich hierbei die vorn abgerundete, hinten aber spitz zulaufende Stromlinienform. Der Ausdruck Tropfenform ist, da ein fallender Tropfen keineswegs eine Spitze besitzt, irreführend und sollte daher besser verschwinden.

Die Vorstellung von der Bedeutung der Stromlinienform wird wesentlich vertieft, wenn man eine Kreisfläche von solcher Größe herstellt, daß der Luftstrom auf sie bei senkrechtem Auftreffen dieselbe Kraft ausübt wie auf den Stromlinienkörper. Der Durchmesser einer solchen Scheibe ist nur etwa  $\frac{1}{5}$ , ihre Fläche also nur  $\frac{1}{25}$  von der Stirnfläche des Stromlinienkörpers. Ein vergleichender Versuch oder auch ein Modell liefert so eine anschauliche Vorstellung von dem hierdurch eingeführten Begriff der schädlichen Fläche. — Es würde weiter darauf hinzuweisen sein, daß man nicht nur den Rumpf der Flugzeuge und Lenkluftschiffe in Stromlinienform baut, sondern daß man auch die Profile der Einzelteile des Flugzeugs, Flügel, Ruder, Verstreben, dieser Form anpaßt, daß man die Räder entsprechend verkleidet usw. Die Verwendung dieser Form bei Rennwagen, Schienenzeppelin, Stromlinienlokomotive usw. wird den Schülern ohnehin geläufig sein.

### 5. Stromlinien und Wirbelbildung

Nach Feststellung der grundlegenden Ergebnisse über die Größe des Luftwiderstandes erheischt die Frage nach den inneren Gründen für die auffallenden Erscheinungen dringend eine Beantwortung. Hier setzt nun die Betrachtung der Bahnen der Luftteilchen in der Nähe des bewegten Körpers, der Stromlinien, ein. Aus Beobachtungen des täglichen Lebens ist dem Schüler bekannt, daß hinter einem schnell fahrenden Kraftwagen starke, unregelmäßige Luftströmungen stattfinden, durch die Staub und Papierstücke emporgerissen und durcheinandergewirbelt werden. Er weiß auch, daß die Luft hinter einer Hauskante bei starkem Wind oft in kreisende Bewegung gerät, und hat somit schon eine gewisse Vorstellung von einem Luftwirbel. Diese Erscheinungen zeigt in ebenso einfacher wie anschaulicher Weise die Stromlinientafel von Risse<sup>16</sup>. Der zu untersuchende Körper (halb durchgeschnitten) wird in eine senkrechte Tafel (60 cm × 34 cm) geklemmt, die mit einer großen Zahl von Nadeln mit Seidenfädchen besetzt ist. Beim Anblasen mit einem Wind-

<sup>16</sup> Das preiswerte Gerät wird von Max Kohnl u. G., Chemnitz, hergestellt.

Kanal ohne Düse von etwa 30 cm  $\varnothing$  treten Stromlinien und Wirbel ausgezeichnet hervor. — Ein kleines Luftstromgerät ist ferner vom deutschen Ausschuss für technisches Schulwesen herausgebracht worden.<sup>17</sup> Es eignet sich allerdings nur zur Einzelbeobachtung und kommt daher vielleicht für Schülerübungen in Frage. Der Luftstrom wird hierbei durch Hineinblasen in einen flachen Kanal erzeugt, in den der umströmte Körper hineingelegt wird. Die Stromlinien werden dadurch sichtbar gemacht, daß die feuchte Atemluft längs der Stromlinien Wassertropfchen auf der den Kanal bedeckenden Glasplatte niederschlägt, die vorher mit Schwefelpulver bestäubt worden ist. Naturgemäß kann das Gerät nur ein angenähertes Bild der Strömung liefern, da die Wassertropfchen unter der Wirkung der Druckunterschiede, der Reibung an der Wand und ihrer eigenen Trägheit andere Bahnen beschreiben dürften als die Luftteilchen.

Bei Verwendung von Wasserströmungen muß der Schüler die Übereinstimmung der beobachteten Strömungsbilder mit denen in der Luft als feststehende Tatsache hinnehmen, ohne daß der Lehrer ihm hierfür einen handgreiflichen Beweis geben kann. Jedoch wiegt die gute Beobachtungsmöglichkeit von Wasserströmungen durch Wildwurf und die große Lebendigkeit der Bilder diesen Nachteil bei weitem auf. Die ersten derartigen Strömungsbilder wurden von Prof. Ahlborn in Hamburg hergestellt. Er verwandte hierbei einen Kanal mit ruhendem Wasser, durch den der Widerstandskörper hindurchgezogen wurde (Schleppversuch, vgl. S. 113). Es leuchtet ein, daß bei der Beobachtung der in das Wasser eingebrachten Fremdkörper (Sägeespäne, Aluminiumpulver) zwei Möglichkeiten bestehen: Steht der Beobachter oder die Kamera fest, und der Widerstandskörper wird an ihm vorübergeschleppt, so erhält man ein Bild der tatsächlichen Bewegung der einzelnen Wasserteilchen (absolute Stromlinien). Wird dagegen der Beobachter oder die Kamera mit dem Versuchskörper mitgeführt, so addiert sich zu der tatsächlichen Bewegung der Wasserteilchen eine fortschreitende Bewegung (relative Stromlinien). Beide Bilder sind durchaus verschieden, worauf vor allem Pohl hinweist, der in erster Linie die absoluten Stromlinien zugrunde legt.<sup>18</sup>

Im Schulunterricht können beide Darstellungsarten zur Anwendung kommen. Eine ausgezeichnete Beobachtung der absoluten Stromlinien ermöglicht ein in der Staatlichen Hauptstelle von Schuzius entwickeltes einfaches Gerät (direkte Beobachtung), sowie der von Pohl beschriebene Schleppapparat (Projektion). Eine Anzahl von Strömungsgeräten verwendet die umgekehrte Anordnung feststehender Versuchskörper im Wasserstrom. Da sich das beobachtende Auge bzw. der Bildwerfer ebenfalls in Ruhe befinden, erhält man bei dieser Versuchsanordnung die relativen Stromlinien. Dies ist nicht als Nachteil anzusehen, da in vielen Fällen ein anschaulicheres Bild der Strömungsvorgänge entsteht als bei Verwendung der

<sup>17</sup> Vgl. Luftfahrt, eine Einführung in das Gesamtgebiet S. 26, herausgegeben vom Datsch-Lehrmitteldienst G. m. b. H.

<sup>18</sup> Pohl, Mechanik und Akustik S. 153.

absoluten Stromlinien. Derartige Geräte sind von Fricke<sup>19</sup> (geradlinige Strömung) und Wildermuth<sup>20</sup> (Kreisströmung in rotierender Wanne) angegeben worden. Bei beiden ist eine freie Wasseroberfläche vorhanden. Das Gerät von Fricke<sup>21</sup> verwendet demgegenüber eine Wasserströmung zwischen zwei Glasfenstern (also praktisch ohne freie Oberfläche), die durch besondere Leitschaukeln gleichgerichtet ist und durch eine mittels Elektromotor angetriebene Schraube in Gang gesetzt wird.

Der Versuch mit einer senkrecht zur Strömung stehenden Platte zeigt nun, daß die Wasserteilchen vor der Platte beiderseits ausbiegen und die Ränder umströmen. Hinter der Platte schließen sich die Stromlinien aber nicht gleich wieder zusammen, sondern es bilden sich zwei Wirbel (Abb. 4), die bei kurz dauernder Bewegung symmetrisch sind, bei anhaltender Strömung aber sich abwechselnd ablösen und eine Wirbelstraße bilden. Das Bild dieses Vorganges ist außerordentlich eindrucksvoll;

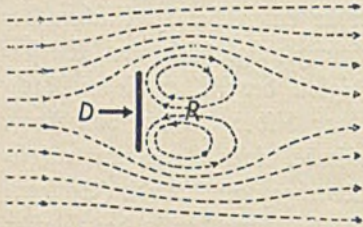


Abb. 4. Wirbel und Rückströmung hinter einer Platte beim Beginn der Rückströmung.

Aus: Rosenberg-Hauschulz, Lehrbuch der Physik. G. Freytag.

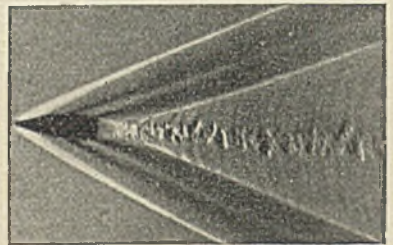


Abb. 5. Fliegendes Geschoss mit Wellenflächen und Wirbelstraße. Aufnahme nach der Töpler'schen Schlierenmethode bei Überschallgeschwindigkeit. Aus: Rosenberg-Hauschulz, Lehrbuch d. Physik.

es erklärt unter anderem das regelmäßige Hin- und Herflattern einer Fahne sowohl bei bewegter Luft und festem Fahnenstock als auch umgekehrt (fahrender Kraftwagen). Für den Unterricht wesentlich ist noch der Nachweis, daß hinter einer angeblasenen Platte eine Rückströmung entsteht. Dies läßt sich mittels einer Fadensonde oder einer kleinen Luftschraube oder durch entsprechende Freihandversuche leicht nachweisen. Man wird nicht verfehlen, den Schüler bei dieser Gelegenheit darauf hinzuweisen, daß auch der Luftwiderstand eines fliegenden Geschosses zum erheblichen Teil auf der Wirbelbildung beruht, und daß das Geschoss eine Wirbelstraße hinter sich zurückläßt, die man photographisch hat aufnehmen können (Abb. 5). Im übrigen wird der Luftwiderstand eines Geschosses, besonders bei Geschwindigkeiten, die nicht allzuviel größer sind als die Schallgeschwindigkeit, zum größeren Teil durch die von dem Geschoss aufgeworfenen Schallwellen verursacht.

<sup>19</sup> Fricke, Die Grundlagen der Luftfahrt IV S. 25.

<sup>20</sup> Praktische Schulphysik, 15. Jahrgang 1935, Heft 1.

<sup>21</sup> Das Gerät wird von E. Leybolds Nachf. AG., Köln a. Rh. hergestellt.

Ähnliche Wirbelbildungen wie bei der umströmten Platte zeigen sich im Wasserstrom bei den meisten anderen Körperprofilen. Nur bei dem vorn runden und hinten spitz zulaufenden Körper beobachtet man, daß die Flüssigkeitsteilchen nach ihrem seitlichen Ausbiegen vor der Rundung sich der Form des Körpers sehr gut anpassen und schließlich hinter der Spitze ohne erhebliche Wirbelbildung wieder zusammentreffen. Damit ist auch die Entstehung des Namens „Stromlinienkörper“ hinreichend geklärt.

Nach diesen Beobachtungen gehen wir an die Verknüpfung der beiden Betrachtungen über den Luftwiderstand und die Stromlinien. Der Schüler wird jetzt in der Lage sein, selber die Folgerung zu ziehen, daß die wesentliche Ursache für die Entstehung des Luftwiderstandes nicht auf der Vorderseite, sondern im Bau der der Strömung abgewandten Seite zu suchen ist. Er wird erkennen, daß die Bildung zahlreicher und kräftiger Wirbel kennzeichnend für Körper von großem Widerstand ist, und daß der geringe Widerstand des Stromlinienkörpers seine Ursache gerade in der Vermeidung dieser Wirbel hat. Auch der Ausdruck „Sog“ wird jetzt verständlich, da die Wirbel den durch die Luft bewegten Körper gleichsam festhalten oder zurücksaugen. — Ebenso wird dem Schüler einleuchten, daß sich die Luftteilchen vor dem bewegten Körper zusammendrängen, d. h. daß dort eine Stauung erfolgt, und daß hierdurch auf den Körper eine Druckkraft ausgeübt wird, die seiner Bewegung entgegenwirkt. Damit ist auch eine erste anschauliche Vorstellung von dem Begriff des Staudrucks gegeben, und der Luftwiderstand stellt sich nunmehr als Summe zweier Ursachen dar, des auf die Vorderseite des Körpers wirkenden Staudrucks und des auf die Rückseite ausgeübten Sogs.

Es muß an dieser Stelle festgestellt werden, daß nach dem oben angedeuteten Lehrgang die Frage nach der Entstehung des Luftwiderstandes zwar ihrer Lösung nähergeführt, aber noch nicht restlos geklärt ist. Es kann vielleicht angenommen werden — und man möchte es wünschen —, daß aus dem Munde eines nachdenklichen Schülers jetzt die Frage gestellt wird: „Ja, aber wie kommt es, daß die hinter dem Körper entstehenden Wirbel eine Saugwirkung ausüben?“ Der Vergleich mit einem Wasserwirbel, in dessen Mitte sich eine trichterförmige Vertiefung bildet, liegt nahe. Er kann aber nicht befriedigen, da in der Luft keine freie Oberfläche vorhanden ist. Der Lehrer sieht sich also vor die Entscheidung gestellt, entweder jetzt schon die wichtige Betrachtung über den Druck in einer Flüssigkeitsströmung zu bringen, oder aber den Fragesteller mit einer vorläufigen Antwort zufriedenzustellen. Eine solche könnte etwa dahingehen, daß das Ingangsetzen der Wirbel Arbeit erfordert, und daß bei einem Körper von ungünstiger Form (Kraftwagen mit senkrechter Rückwand) ein erheblicher Teil der Motorleistung ständig dazu aufgewandt wird, um hinter dem Wagen höchst unzweckmäßige Luftwirbel zu erzeugen.

## 6. Der Tragflügel im Luftstrom

Um an die eigene Erfahrung des Schülers anzuknüpfen, schicken wir eine Betrachtung über den Vorläufer des Flügels, den Drachen, voraus. Der Schüler

weiß, daß der Drachen sich nur dann in der Luft halten kann, wenn er sich in einer Luftströmung befindet, sei es, daß der Wind den Drachen anbläst, oder daß der Junge durch Laufen mit dem Schnurende in der Hand eine relative Strömung erzeugt. Bei der nun einsehenden Betrachtung der wirkenden Kräfte, des Drachengewichts, der Zugkraft an der Schnur und der Luftkraft, wird stillschweigend angenommen, daß alle drei in demselben Punkte, dem Schwerpunkt des Drachens, angreifen, obwohl dies durchaus nicht zuzutreffen braucht und im allgemeinen auch nicht zutrifft. Durch Anwendung des Parallelogrammsatzes wird dann als Gleichgewichtsbedingung festgestellt, daß die Luftkraft ebensogroß wie die Resultierende des Gewichts und der Zugkraft und entgegengesetzt gerichtet sein muß.<sup>22</sup> Eine entsprechend ausgeführte Zeichnung läßt erkennen, daß die Luftkraft annähernd senkrecht zur Fläche des Drachens steht, aber etwas geneigt in der Richtung der Strömung. Keineswegs zeigt sie in die Richtung der Luftströmung, wie dies häufig (auch in älteren Physikbüchern) zur Erklärung des Segelns angenommen wurde.

Dieses Ergebnis läßt sich durch einen Versuch mit einem leicht herstellbaren Gerät bestätigen, das aus einer Porzellanschale mit einem darin angeklebten kleinen Mast mit Papiersegel besteht. Bläst man irgendwie schräg gegen das Segel, so neigt sich das Gerät (gewissermaßen ein Stehauf) stets in der Richtung senkrecht zum Segel.<sup>23</sup> Dieses Ergebnis stimmt aufs beste mit der anschaulichen Vorstellung überein, daß die strömende Luft durch die schräg stehende Fläche des Drachens nach unten abgelenkt wird, und daß als Gegenwirkung der Drachen einen Antrieb schräg aufwärts erfährt. Die Ablenkung der Strömung nach unten läßt sich an einer in den Luftstrom des Fön gestellten schrägen Fläche mittels einer Fadensonde leicht nachweisen. Als entsprechende Kraftwirkung in einer Wasserströmung sei auf den bekannten Sport des Wellenreitens, sowie auf das Fahren der Schnellmotorboote hingewiesen, deren Bug sich ganz aus dem Wasser heraushebt.

Nach diesen Vorbereitungen wird die Betrachtung der auf den Flügel wirkenden Kräfte keine Schwierigkeit mehr bereiten. Man hat lediglich die am Drachen schräg abwärtswirkende Zugkraft des Fadens durch die in der Achse des Flugzeugs, also für gewöhnlich waagrecht wirkende Zugkraft der durch den Motor angetriebenen Luftschraube zu ersetzen. Indem festgestellt wird, daß die Luftkraft im Falle des Gleichgewichts der Resultierenden der beiden anderen Kräfte gleich und entgegengesetzt ist, erkennt der Schüler, daß sie damit eine doppelte Wirkung ausübt: einmal hält sie der Motorkraft das Gleichgewicht, so daß durch deren Wirkung keine Beschleunigung eintritt, und dann trägt sie das Flugzeug. Damit wird in eindrucksvoller Weise dargetan, wie sich die Zerlegung der Luftkraft in ihre Komponenten, Auftrieb und Widerstand, praktisch auswirkt (Abb. 6). Der Satz vom Kräfteparallelogramm, den der Schüler früher vielleicht mit einigem Seufzen geschluckt hat, wird ihm bei dieser wichtigen Anwendung sicher als eine beachtenswerte und sehr

<sup>22</sup> Vgl. Schütt, Einführung S. 63.

<sup>23</sup> Vgl. Rosenberg-Hauschulz, Lehrbuch der Physik, Unterstufe S. 68.



willkommene Hilfe erscheinen, welche in die zunächst schwierigen Verhältnisse Licht und Klarheit bringt.

Hiernach wird dem Schüler einleuchten, daß es keine willkürliche Maßnahme ist, wenn man bei Messungen nicht die Luftkraft selber, sondern ihre beiden Komponenten, Auftrieb und Widerstand, ermittelt, aus denen sich ja Größe und Richtung der Luftkraft unschwer durch Konstruktion gewinnen läßt. Zweckmäßig wird man diese Messungen parallel für eine ebene und eine gewölbte Fläche (Flügel) durchführen, wobei sich die charakteristischen Unterschiede ergeben. Schütt verwendet hierbei wiederum die schon früher benutzte Briefwaage (vgl. S. 113).<sup>24</sup> Zur Messung des Auftriebs muß bei waagerecht wirkendem Luftstrom die Fläche auf den Kopf gestellt werden, damit die ausgeübte Kraft auf die Waage als Druckkraft wirkt. Ferner muß bei der Ermittlung des Widerstand der Luftstrom von oben nach unten wirken. Der oben erwähnte Rundlauf (vgl. S. 112) gestattet ebenfalls eine sehr anschauliche Messung beider Kräfte im Luftstrom.

Mit Hilfe eines derartigen Geräts wird nun gezeigt, in welcher Weise Auftrieb und Widerstand vom Anstellwinkel  $\alpha$  abhängen. Während der Widerstand von  $\alpha = 0^\circ$  bis  $90^\circ$ , d. h. bis zur völligen Querstellung der Fläche dauernd wächst, erreicht der Auftrieb bei wachsendem Anstellwinkel einen Höchstwert, um dann wieder abzunehmen. Es sei darauf hingewiesen, daß mit den verwendeten einfachen Hilfsmitteln eine Bestimmung dieses Höchstwertes, des kritischen Anstellwinkels, nicht möglich ist. Man muß sich daher mit der Mitteilung begnügen, daß er bei den meisten Flügelarten etwa  $15^\circ$  beträgt. Ebenso ist eine Bestimmung des Angriffspunktes der Luftkraft, des Druckpunktes, der auf der Wirkungslinie der Luftkraft willkürlich als Schnittpunkt mit der Sehne des Flügels angenommen wird, mit einfachen Mitteln nicht möglich. Seine Lage kann etwa in einem Abstände von einem Drittel der Flügelbreite, von der Vorderkante aus gerechnet, angenommen werden. Ob eine Mitteilung über die Veränderlichkeit der Lage dieses Punktes angebracht ist, muß als zweifelhaft angesehen werden. Eine Betrachtung hierüber verbleibt wohl besser der Oberstufe.

Es ist einleuchtend, daß es bei der Konstruktion von Flügeln darauf ankommt, den Auftrieb  $A$ , der die Tragfähigkeit des Flugzeugs bedingt, möglichst groß, dagegen den schädlichen Widerstand  $W$  möglichst klein zu machen. Je kleiner also das Verhältnis  $W/A$  ist, desto günstiger ist der Flügel.<sup>25</sup> Hierbei ist zu berücksichtigen,

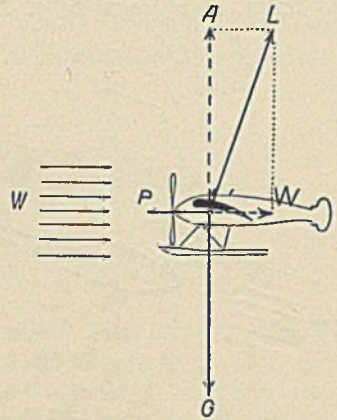


Abb. 6. Zerlegung der Luftkraft  $L$  in Auftrieb  $A$  und Widerstand ( $W$ ) beim Reiseflug.

Aus: Rojensberg-Hauschuls, Lehrbuch der Physik. G. Freitag.

<sup>24</sup> Vgl. Schütt, Einführung S. 41.

<sup>25</sup> Von der planmäßigen Vermehrung des Widerstands beim Landen wird im Lehrgang der Oberstufe zu sprechen sein.

daß eine Luftkraft nicht nur auf den Tragflügel, sondern auch auf die übrigen Teile des Flugzeugs, Rumpf, Ruder, das Fahrwerk usw. wirkt. Dies hat zur Folge, daß der Widerstand, den das ganze Flugzeug erfährt, meist ein Vielfaches von dem des Flügels ist, während der Auftrieb kaum einen Zuwachs erfährt. Das Verhältnis  $W/A$  ist demnach für das ganze Flugzeug wesentlich ungünstiger als für den Flügel allein.

Im Hinblick auf die Bedeutung, die das Verhältnis  $W/A$  für den Gleitflug besitzt, dürfte es zweckmäßig sein, die Behandlung dieses Flugzustandes hier anzuschließen. Wir legen dabei den Fall zugrunde, daß der Pilot das Flugzeug so

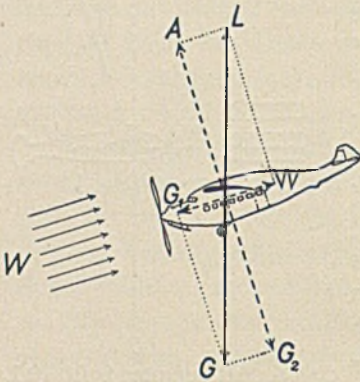


Abb. 7. Kräfte spiel beim Gleitflug.  
Aus: Rosenbergs-Hauschulz, Lehrbuch der  
Physik. G. Freytag.

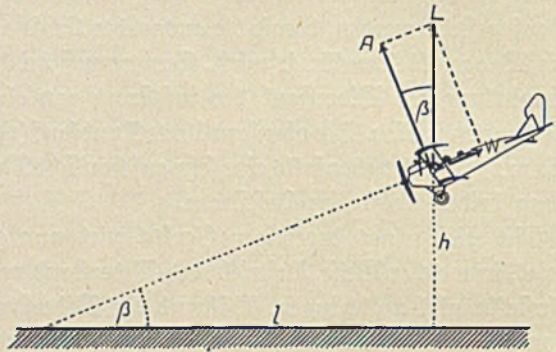
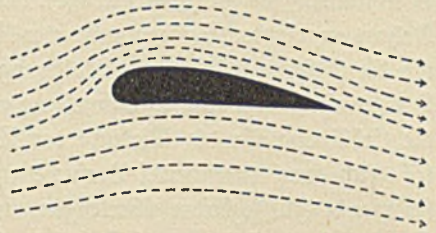


Abb. 8. Gleitwinkel und Gleitzahl.  
Aus: Rosenbergs-Hauschulz, Lehrbuch der Physik. G. Freytag.

steuert, daß es in der als homogen anzunehmenden Luftmasse in gleichförmiger Bewegung abwärts gleitet, ähnlich wie ein Körper auf einer schiefen Ebene von passender Neigung. In diesem Zustand wirken auf das Flugzeug nur zwei Kräfte, sein Gewicht und die Luftkraft. Diese müssen gleich groß und entgegengesetzt gerichtet sein (Abb. 7). Der Kraftpfeil der Luftkraft  $L$  zeigt also senkrecht nach oben. Im Bezug auf den jetzt schräg von unten wirkenden Luftstrom erfährt das Flugzeug, ebenso wie beim Flug in der Waagerechten, einen Auftrieb und Widerstand. Aus der Ähnlichkeit der entstehenden Dreiecke (Abb. 8) folgt dann, daß der Winkel zwischen  $A$  und  $L$  gleich dem Winkel ist, unter dem sich das Flugzeug schräg abwärts zur Erde bewegt. Man bezeichnet diesen daher als Gleitwinkel und das für seine Größe maßgebliche Verhältnis  $W/A$  als Gleitzahl. Je kleiner Gleitzahl und somit auch Gleitwinkel sind, einen desto fernereren Punkt kann das Flugzeug beim Abwärtsgleiten aus bestimmter Höhe erreichen. Für Segelflugzeuge, deren Flug ein dauernder Gleitflug ist, muß auf eine niedrige Gleitzahl besonderer Wert gelegt werden. Sie beträgt bei Schulflugzeugen etwa  $1/10$ , bei Hochleistungsflugzeugen  $1/20$ .

## 7. Die Entstehung der Luftkraft

Zur Beantwortung der Frage nach der Entstehung der Luftkraft untersuchen wir, ebenso wie bei den anderen Körpern, die Stromlinien in der Umgebung des Flügels. Dies kann einmal im Luftstrom mittels der Fadensonde geschehen. Hierbei zeigt sich, daß die Luftströmung oberhalb des Flügels sich bei mäßigem Anstellwinkel der Form des Profils anschmiegt, während der Faden bei größeren Anstellwinkeln dort unruhig hin und her flattert, ein Zeichen für eingetretene Wirbelbildung. Diese Feststellungen werden durch Beobachtungen im Wasserströmungsgerät voll bestätigt, wobei sich ein klares Bild der „gesunden“ Strömung (Abb. 9) und des beim Überziehen der Steuerung eintretenden Abreißen der Strömung ergibt. Durch die letztere Beobachtung ist die Abnahme des Auftriebs beim Überschreiten des kritischen Anstellwinkels, eine im Flugwesen sehr zu beachtende Erscheinung, hinreichend geklärt.



Die folgenden Betrachtungen haben nun zum Ziel, die beim Fliegen mit normalem Anstellwinkel, also bei gesunder Strömung, am Tragflügel bestehenden Druckverhältnisse zu klären. Der Schüler wird ja, wie jeder, der ohne Vorkenntnisse an diese Frage herantritt, geneigt sein, die Entstehung der Luftkraft auf die Stauung der nach unten abgelenkten Luft zurückzuführen. Es handelt sich nur darum, wie man es begrifflich machen kann, daß diese Erklärung den tatsächlichen Verhältnissen nur zum Teil gerecht wird, und daß die wesentlichste Ursache, ähnlich wie beim umströmten Körper, auf der entgegengesetzten Seite, hier also der Oberseite des Flügels zu suchen ist. Der direkte Weg ist die Untersuchung des Drucks mittels Düsen, die an der Ober- und Unterseite des Flügels angebracht sind und durch eine Schlauchleitung mit einem empfindlichen Wassermanometer (Mikromanometer) in Verbindung stehen.<sup>26</sup> Hierdurch wird der Überdruck der Luft unterhalb des Flügels bestätigt, zugleich aber auf der Oberseite ein erheblicher Unterdruck festgestellt, der sich so als die Hauptursache der Luftkraft ergibt.

Abb. 9. Oberhalb des Flügels drängen sich die Stromlinien zusammen. Dort besteht also ein Unterdruck. — Unterhalb breiten sich die Stromlinien aus, so daß ein Überdruck entsteht.

Aus: Rojewberg-Hauschul., Lehrbuch der Physik.  
G. Freytag.

Mit dieser Feststellung könnte man sich in einem eiligen Lehrgang begnügen. Es bleibt dann aber ein Gefühl der Unbefriedigtheit, da der innere Zusammenhang dieser Druckverschiedenheiten mit dem Strömungszustand in der Umgebung des Flügels nicht hervortritt. Wir müssen also gerade aus physikalischem Interesse versuchen, diesen Zusammenhang herauszuarbeiten, und zwar um so mehr, als sich damit zugleich das Verständnis für eine Anzahl ähnlicher Vorgänge erschließt, die dem Schüler an

<sup>26</sup> Vgl. Schütt, Einführung S. 57.

sich schon bekannt sind. Als Grundlage dient die Betrachtung des Verlaufs der Stromlinien in der Umgebung des Flügels, wobei festgestellt wird, daß diese sich oberhalb enger zusammenschließen, während sie sich unterhalb ausbreiten. Dies läßt auf vermehrte Strömungsgeschwindigkeiten oberhalb, auf eine Verminderung unterhalb des Flügels schließen. Somit ergibt sich die Aufgabe nachzuweisen, daß allgemein im ersteren Falle der Druck abnimmt, im zweiten wächst.

Diese Aufgabe, die die Behandlung der Fluglehre dem Unterricht stellt, ist auf der Unterstufe bisher hintenangesezt oder ganz fortgelassen worden, obwohl ihre experimentelle Nachprüfung durchaus keine Schwierigkeiten bietet. An die Spitze ist ein Versuch mit einer Luft- oder Wasserströmung in einem Rohr zu setzen, das eine Einschnürung besitzt (Venturirohr). Mittels mehrerer, an verschiedenen Stellen des Rohres angelegter Wassermanometer läßt sich dann zeigen, daß an der Einschnürung, wo die Geschwindigkeit der Strömung am größten ist, eine kräftige Abnahme des Drucks und somit eine Saugwirkung eintritt. Dieses wichtige Ergebnis gibt zugleich die Erklärung für die Wirkung der Wasserstrahlpumpe, des Zerstäubers usw. und läßt sich durch mancherlei Versuche anschaulich bestätigen. Es wird dann auf freiströmende Flüssigkeiten übertragen, indem eine Anzahl von Stromlinien zu einer Stromröhre zusammengefaßt wird. Damit ist dann die Entstehung des Unter- und Überdrucks am Flügel befriedigend geklärt. Daß es sich bei der Darstellung des Zusammenhangs zwischen Geschwindigkeit und Druck nicht um eine Einzelerscheinung handelt, wird durch weitere Anwendungen belegt. Zu erwähnen wäre hier die Zunahme der Windgeschwindigkeit auf dem Wege der Luftmassen von einem barometrischen Hoch zu einem Tief, die Saugwirkung vieler drehbarer Schornsteinaufsätze, das Zuschlagen von Türen infolge des Zugwindes, das Abdecken von Dächern durch den Sturm usw. Auch der hübsche Versuch mit dem in einer senkrechten Luftströmung oder einem Springbrunnen tanzenden Ball findet hierdurch seine Erklärung. Endlich ergibt sich aus diesem Zusammenhang, daß in einem Wirbel, wo die Flüssigkeit oder die Luft sehr schnell strömt, notwendig ein niedriger Druck herrschen muß, und damit ist auch die Frage nach der Entstehung des Sogs hinter einem bewegten Körper (vgl. S. 117) befriedigend beantwortet.

## 8. Das Fliegen

Nachdem die Vorbedingungen dafür, daß das schwere Flugzeug von der Luft getragen wird, hinreichend geklärt sind, bedarf es noch einiger Ausführungen über die Hilfsmittel, durch die das Flugzeug in der richtigen Lage erhalten bzw. in die gewünschte Lage gebracht wird. Diesem Zwecke dient das Leitwerk, dessen einzelne Teile, Ruder und Flossen, in der einleitenden Besprechung bereits erwähnt worden sind. Es handelt sich nun darum, die Wirkungsweise dieser Organe einer physikalischen Betrachtung zu unterziehen. Hierbei ist davon auszugehen, daß das Flugzeug als frei beweglicher Körper sich unter der Wirkung einer Kraft oder besser eines Drehmoments, um eine durch den Schwerpunkt gehende Achse drehen

muß. Unter diesen sind, dem Bau des Flugzeugs entsprechend, drei zueinander senkrechte Achsen ausgezeichnet, die Längsachse, die Querachse und die Hochachse.

Die Wirkung des Leitwerks besteht nun darin, daß eine aus ihrer Ruhelage durch entsprechende Bewegung des Anüppels, Steuerrades oder Fußhebels herausgedrehte Ruderfläche sich wie ein kleiner Flügel verhält, der unter einem gewissen Anstellwinkel gegen die Strömungsrichtung geneigt ist. Hierdurch wird auf die Ruderfläche eine Luftkraft ausgeübt, die annähernd senkrecht zu ihr gerichtet ist und somit auf das Flugzeug ein Drehmoment um die entsprechende Achse ausübt. Wird z. B. die Höhenflosse durch Drücken der Steuerung abwärts geneigt, so hebt die entstehende Luftkraft den Schwanz des Flugzeugs, dreht es also um die Querachse. Entsprechend wird durch Betätigung des Seitenruders eine Drehung um die Hochachse, durch das Querruder eine Drehung um die Längsachse eingeleitet. Statt der heute üblichen Klappen des Querruders benutzen die Brüder Wright die Verwindung, indem die äußeren hinteren Enden der Tragflächen durch Seilzug auf bzw. abwärts gebogen wurden.

Neben diesen einfachen physikalischen Betrachtungen über die Wirkung der drei Ruder wird im Unterricht auch kurz auf ihre Betätigung einzugehen sein, wobei Hebel, Seilzug und Rollen zur Anwendung gelangen. Hierbei wird, wie auch bei manchen anderen Gelegenheiten, eine gute Lehrtafel von Nutzen sein.<sup>27</sup> Ferner gibt die Behandlung dieser technischen Einrichtungen Gelegenheit zu zeichnerischen Aufgaben und wird manchen technisch interessierten Schüler zur Anfertigung von Modellen anregen.

Ebenso wie die Wirkung der Ruder beruht die der Flossen (Stabilisierungsflächen) auf der Entstehung einer Luftkraft; diese tritt dadurch auf, daß das Flugzeug z. B. unter der Einwirkung einer Bö aus seiner Fahrtrichtung herausgeworfen wird, seine Längsachse also nicht mehr mit dieser übereinstimmt. Durch die auf die Flossen ausgeübte Luftkraft wird daher das Flugzeug immer wieder in die richtige Lage zurückgedrückt. Es befindet sich bei Drehungen um die Hoch- und Querachse also gewissermaßen im stabilen Gleichgewicht. Etwa entstehende Schwankungen um diese Achsen werden durch die Flossen gedämpft, so daß sie auch als Dämpfungsflächen bezeichnet werden. Es darf nicht übersehen werden, daß entsprechende Flächen zur Dämpfung von Drehungen um die Längsachse nicht bestehen.

Über einzelne Flugzustände, den Flug in der Waagerechten und den Gleitflug, ist bei anderer Gelegenheit bereits gesprochen worden. Während beim Gleitflug die in die Bewegungsrichtung fallende Komponente des Gewichts die Aufgabe hat, das Flugzeug in seiner Bewegung zu erhalten, also gewissermaßen den Motor zu ersetzen (vgl. Abb. 7), wirkt umgekehrt beim Steigflug diese Komponente in der gleichen Richtung wie der Widerstand. Der Motor hat demnach, ähnlich wie beim Bergauffahren eines Kraftwagens, eine erhöhte Arbeitsleistung zu verrichten. Dieser

<sup>27</sup> Der Datsch-Lehrmitteldienst G. m. b. H., Berlin, führt 8 Lehrtafeln für Luftfahrt, Gruppe „Segelflug“.

Flugzustand bietet also wiederum Gelegenheit zur Anwendung des Satzes vom Kräfteparallelogramm. Dasselbe gilt für den Kurvenflug (Abb. 10), wobei das Gewicht  $G$  des Flugzeugs in eine nach dem Mittelpunkt der Bahn gerichtete Komponente, die Zentripetalkraft  $Z$ , und eine schräg abwärts gerichtete Komponente  $D$  zerlegt wird. Der Schüler erkennt nun, daß das Flugzeug nur dann im Gleichgewicht sein kann, wenn die senkrecht zu den Flügeln wirkende Luftkraft dieser letzteren Komponente gleich und entgegengesetzt ist, d. h. daß das Flugzeug in der Kurve eine durch Geschwindigkeit und Kurvenradius bestimmte Schräglage einnehmen muß, um nicht über einen Flügel abzurutschen. Auf die Wirkung des Querruders, die diese Schräglage einleitet oder beendet, ist oben bereits hingewiesen worden.



Abb. 10. Kräftepiel beim Kurvenflug.

Aus: Rosenberg-Hauschulz.  
Lehrbuch der Physik.  
G. Freytag.

Der Lehrer wird die Behandlung der Fluglehre nicht abschließen, ohne auf die besonderen Probleme des Segelfluges einzugehen. Er wird sich, entsprechend dem brennenden Interesse der Schüler und als Werbung für den Gedanken der Segelfliegerei, hierbei nicht auf die rein physikalischen Erscheinungen beschränken, sondern an der Hand von Anschauungsmaterial das Leben und Treiben auf der Wasserkuppe, in Rositten oder Grunau und die Leistungen eines Kronfeld, Hirth und Groenhoff vor dem geistigen Auge der Schüler erstehen lassen.<sup>28</sup> Die Jugend ist für eine solche Abweichung von dem sonst ganz auf das Verstandesmäßige eingestellten physikalischen Unterricht dankbar, und der Lehrer wird mit Befriedigung auf eine solche Stunde zurückblicken.

In sachlicher Hinsicht ist zunächst ein Überblick über die Startmöglichkeiten des Segelflugzeugs angebracht.<sup>29</sup> Der

Gummiseilstart bietet wieder eine hübsche Anwendung des schon so oft benutzten Parallelogrammsatzes. Beim Autowindenstart und Autoschleppstart gelangen die bei der Behandlung des Drachens gewonnenen Kenntnisse zur Anwendung. Endlich ist noch der Schleppstart durch Motorflugzeug zu erwähnen. Vom Augenblick des Freiwerdens an ist der Segelflug dann, wie oben bereits dargestellt, ein dauernder Gleitflug. Die Kunst des Segelfliegens ist es nun, einen Aufwind zu finden, in dem das Flugzeug wie in einem Fahrstuhl emporgehoben wird, so daß es, obwohl es relativ zu der aufsteigenden Luftmasse weiter abwärts gleitet, absolut größere Höhen erreicht. Solche Aufwinde finden sich an Höhenzügen, an denen die Luft emporsteigt, ferner unterhalb der Kumuluswolken, die gewissermaßen das sichtbare Kapital einer unsichtbaren Säule von aufsteigender Luft darstellen. Da solche durch ungleichmäßige Erwärmung des Bodens entstehen, werden sie vom Segelflieger als „Thermik“ bezeichnet. Besondere Bedeutung haben endlich die sehr starken Vertikalströmungen vor einer Gewitterfront gewonnen, die erstmalig von Kronfeld zu einem Fernflug im

<sup>28</sup> Wertvolles Material hierzu bietet Karlson, Segler durch Wind und Wolken.

<sup>29</sup> Vgl. Datsch, Luftfahrt S. 45—48.

Segelflugzeug ausgenutzt wurden.<sup>30</sup> — Über die Landung ist schließlich noch zu sagen, daß sie ebenso wie beim Motorflugzeug grundsätzlich gegen den Wind erfolgen muß, um eine möglichst geringe Geschwindigkeit des Flugzeugs relativ zum Boden zu erreichen.

## B. Der weiterführende Lehrgang

### 1. Kennzeichnung des Lehrgangs

„Während auf der Unterstufe vorwiegend der Tatsachenhunger des jugendlichen Geistes zu stillen ist, tritt auf der Oberstufe der Gedanke des systematischen Zusammenhangs in den Vordergrund.“ Diese von Friedrich Poske<sup>31</sup> geprägte Charakteristik gilt in besonderem Maße für die Lehrgänge der Fluglehre. Auf der Oberstufe ist daher, entsprechend der größeren Reife des Schülers, das Hauptaugenmerk auf eine tiefere Erfassung der Flugprobleme und auf ihre Einordnung in den Rahmen der großen Naturgesetze zu richten. Dies ist nur möglich durch hinreichend ausführliches Eingehen auf zahlenmäßige Zusammenhänge, die vor allem die Grundlage für eine genauere Kenntnis der wirkenden Kräfte und für die darauf fußenden Energiebetrachtungen bilden. Damit soll nicht gesagt sein, daß nun in möglichster Vollständigkeit die in der Flugtechnik benutzten Formeln abzuleiten sind. Der Lehrer wird vielmehr, um keine Verwirrung in den Köpfen der Schüler hervorzurufen, darauf bedacht sein, mit einem Minimum von mathematisch formulierten Gesetzen auszukommen, diese aber durch geeignete Anwendungen aus der Praxis der Fluglehre so lebendig zu machen, daß ihr Inhalt und Wert dem Schüler einleuchten.

Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, zunächst einmal die Voraussetzungen festzustellen, die für eine erfolgreiche Durchführung einer so gearteten Behandlung vorliegen müssen. Da eine Betrachtung der Flug- und Strömungsvorgänge vom Standpunkte des Energiegesetzes eine gegebene Notwendigkeit ist, muß der Schüler mit dem Energiebegriff, insbesondere mit seinen mechanischen Formen, der potentiellen und kinetischen Energie vertraut sein. Dies setzt eine Behandlung der Lehre von den einfachen Bewegungen (gleichförmige und gleichmäßig-beschleunigte Bewegung), sowie des Grundgesetzes der Mechanik „Kraft gleich Masse mal Beschleunigung“ voraus. Der dem Ministerialerlaß beigegebene Stoffverteilungsplan spricht sich nun dahin aus, daß der Oberstufenlehrgang der Fluglehre am besten in die Obersekunda zu legen sei, damit die Begabtesten sich dann bereits in Unterprima der flugtechnischen Arbeitsgemeinschaft anschließen könnten. Dies würde also bedeuten, daß ein sehr erheblicher Teil der Mechanik bereits in der Obersekunda zu behandeln wäre, während dieser Stoff bisher im allgemeinen der Prima vorbehalten war.

Durch die Übergangsbestimmungen zur Vereinheitlichung des höheren Schulwesens vom 20. März 1937 ist nun für die Behandlung der Fluglehre insofern eine neue Lage geschaffen worden, als die Schüler jetzt bereits ein Jahr früher als

<sup>30</sup> Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt, 21. Jahrgang 1930, Heft 4.

<sup>31</sup> Poske, Didaktik des physikalischen Unterrichts S. 201.

bisher die höhere Schule verlassen. Wenn gegen die Verlegung eines vertieften Lehrgangs der Fluglehre und der hierzu erforderlichen Abschnitte der Mechanik in die Obersekunda bisher schon erhebliche Bedenken bestanden, so müssen diese jetzt in verstärktem Maße erhoben werden. Wer die Schwierigkeiten kennt, mit denen der 17 jährige Unterprimaner meist noch bei einer exakten Behandlung der Mechanik zu kämpfen hat, wird es als eine nicht tragbare Verfrühung ansehen müssen, diesen Lehrgegenstand einem 15 jährigen Obersekundaner neuer Art zumuten. Hieran ändert auch nichts der Umstand, daß an der neu geschaffenen Oberschule in dem naturwissenschaftlich-mathematischen Zweig — und dieser kommt hier ausschließlich in Frage — jetzt wöchentlich 2 Stunden Physik und 3 Stunden Arbeitsgemeinschaft zur Verfügung stehen. Man darf aber hoffen, daß nach gründlicher Schulung in der Obersekunda die künftigen Unterprimaner, auch wenn sie erst 16 Jahre alt sind, sich den erhöhten Anforderungen gewachsen zeigen werden, die die Behandlung der Mechanik und der Fluglehre mit einer gleichzeitigen Teilnahme an einer flugphysikalischen Arbeitsgemeinschaft an sie stellt.<sup>32</sup>

## 2. Der Windkanal

Bevor man das Hauptziel des Lehrganges, die Untersuchung der am Tragflügel wirkenden Kräfte, in Angriff nehmen kann, gilt es, eine ganze Reihe anderer Fragen zu klären und den Schüler so mit dem nötigen Rüstzeug zu versehen. Hierzu gehört in erster Linie die Behandlung des Luftwiderstandes symmetrischer Körper, also von Rotationskörpern, sowie von Zylindern mit symmetrischem Profil, sog. Stielen. Die Körper sollen in Richtung ihrer Achse bzw. der Symmetrieachse des Profils angeblasen werden, so daß die entstehende Luftkraft die Richtung der Strömung hat. Es ist schon im Lehrgang der Unterstufe klargestellt worden, daß diese Kraft mit der Geschwindigkeit der Strömung und der Größe der Fläche, die der Körper der Strömung darbietet, der sog. Stirnfläche, wächst, und daß sie sehr stark von der Form des Körpers abhängt. Hier ist nun zu ergänzen, daß auch die Dichte der Luft von Einfluß sein wird, denn bei der geringeren Luftdichte in großer Höhe muß der Widerstand abnehmen. Ferner ist die Rauigkeit der Oberfläche ein Faktor, der den Luftwiderstand in sehr erheblichem Maße beeinflusst. Diesem Umstand hat man daher beim Bau der neueren Schnellflugzeuge (Heinkel-Blitz, Ju 160) besonderes Augenmerk zugewandt. Die Aufgabe ist jetzt, die Abhängigkeit des Luftwiderstandes von diesen Größen quantitativ zu untersuchen, soweit dies mit den Hilfsmitteln der Schule möglich ist.

Das Universalmittel zur experimentellen Behandlung dieser und der meisten weiteren Fragen ist der Windkanal (Abb. II). Bei dieser, vor allem von Eiffel in Paris seit 1908 benutzten Versuchseinrichtung wird in einem ringförmigen Kanal durch eine mittels Elektromotor angetriebene Luftschraube eine Strömung

<sup>32</sup> Vgl. auch den Aufsatz von Erich Günther: Zur Lage des Physikunterrichts, in der Zeitschrift „Die höhere Schule“, Monatschrift des MSLB, Sachsen, 13. Jahrgang 1935, Heft 8.



erzeugt, deren Geschwindigkeit in möglichst weiten Grenzen geregelt werden kann. Um die Strömung an den Ecken des meist rechteckig geformten Kanals umzulenken, sind dort Leitschaufelssysteme eingebaut. Ferner wird die Bildung von Wirbeln dadurch verhindert, daß man die Luft durch bienenwabenartige Gleichrichter hindurchströmen läßt und so eine möglichst homogene Strömung herstellt. Die Kanäle sind entweder völlig geschlossen, so daß von einem Nebenraum beobachtet werden muß, oder der untersuchte Körper wird an einer Unterbrechungsstelle in den freien Raum durchziehenden Luftstrom hineingebracht (Freistrahlen). In Deutschland

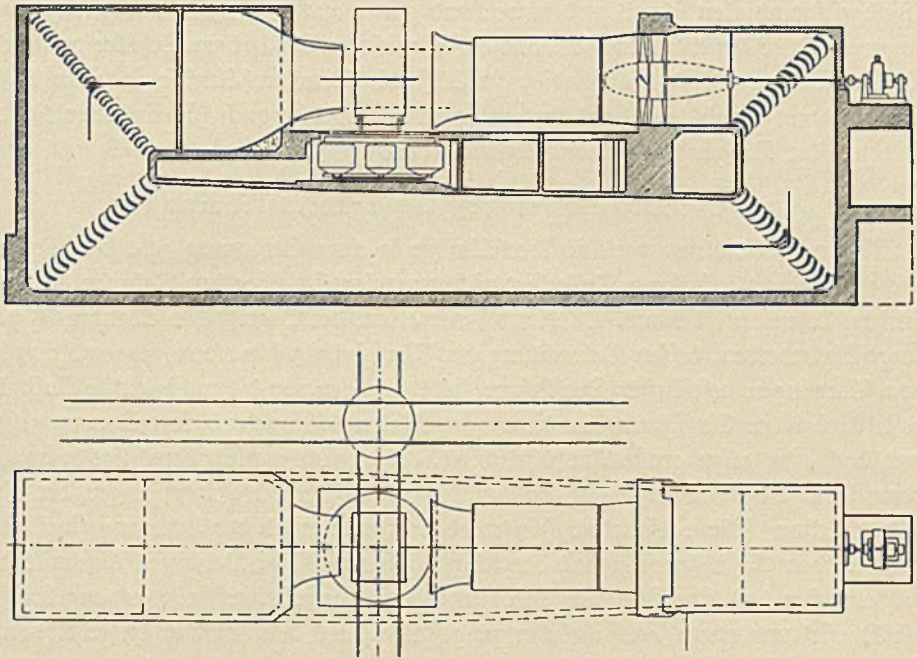


Abb. 11. Großer Windkanal der Aerodynamischen Versuchsanstalt in Göttingen  
(Leiter Prof. Prandtl).

Nus: Prandtl-Bes, Ergebnisse der Aerodynamischen Versuchsanstalt. Oldenbourg.

sind besonders wichtige Strömungsforschungen in der von Prof Prandtl geleiteten Aerodynamischen Versuchsanstalt in Göttingen ausgeführt worden. In neuester Zeit sind in mehreren Ländern Riesenkanäle gebaut worden, in denen an Stelle eines Modells oder einzelner Teile ganze Flugzeuge untersucht werden können.

Für die Zwecke des Physikunterrichts werden heute von der Lehrmittelindustrie Windkanäle verschiedener Größe und Leistung hergestellt. Dabei wird im Hinblick auf die Raum- und Kostenersparnis allgemein auf einen geschlossenen Kreislauf der Luft verzichtet. Dies bringt zwar den Nachteil mit sich, daß im Klassenraum selber Luftströmungen entstehen; andererseits ist die größere Handlichkeit eines solchen Geräts und die Möglichkeit, den Luftstrom nach verschiedenen Richtungen lenken zu können, für die Ausführung von Versuchen zu begrüßen.

Die erste Vorbedingung für das Arbeiten mit dem Windkanal ist, daß man in der Lage ist, die Strömungsgeschwindigkeit mit hinreichender Genauigkeit zu messen. Hierfür erscheint zunächst ein kleines Robinsonsches Schalenkreuz<sup>33</sup> als das gegebene Hilfsmittel. Aber abgesehen davon, daß ein geeichtes Instrument dieser Art ziemlich teuer ist, liegt gegen seine Verwendung das Bedenken vor, daß der Luftstrom schon einen beträchtlichen Querschnitt besitzen muß, um das Schalenkreuz völlig zu umströmen, und daß die Luftgeschwindigkeit durch das Gerät stark beeinflusst wird. Dagegen bietet die Benutzung des Staudruckgeräts die Möglichkeit, die Windgeschwindigkeit schnell und hinreichend genau auch in Luftströmungen von geringerem Querschnitt zu messen. Um dieses wichtige Gerät dem Schüler verständlich zu machen, ist es notwendig, zunächst die Druckverhältnisse in einer Luftströmung eingehend zu behandeln, um so mehr, als dies auch für ein tieferes Verständnis der Vorgänge am Tragflügel erforderlich ist.

### 3. Der Druck in einer Flüssigkeitsströmung

Mit der Behandlung der Druckverhältnisse in einer Strömung geht der physikalische Unterricht auf einem Teilgebiet nicht unwesentlich über den Rahmen des bisherigen Lehrplanes hinaus. Dabei muß vor allem der Begriff des Staudrucks neu eingeführt werden, dessen Betrachtung das Verständnis für einen ganzen Komplex von Vorgängen erschließt. Der Lehrer sieht sich hier vor die nicht leichte Aufgabe gestellt, bei der Einführung in diese neue Materie hinreichend korrekt vorzugehen und doch eine allzu große Ausführlichkeit, die an sich sachlich berechtigt wäre, zu vermeiden. Es ist naturgemäß, daß in dieser Hinsicht die Auffassungen der einzelnen Lehrer sehr verschieden sein werden; ferner wird der Lehrgang stark von der geistigen Aufnahmefähigkeit der Klasse abhängig sein. Da dieser Abschnitt gewissermaßen das Kernstück der Strömungslehre darstellt, erscheint es angebracht, die Darstellung etwas ausführlicher zu gestalten, als dies sonst in dieser Abhandlung vorgesehen ist.

Aus praktischen Gründen wird es zunächst darauf ankommen, dem Schüler begreiflich zu machen, daß bei den Strömungsvorgängen Flüssigkeiten und Gase trotz einschneidender Verschiedenheiten gemeinsam behandelt werden können. Gemeinsame Eigenschaften sind ja bereits im Ruhezustande in der leichten Beweglichkeit der Teilchen, der allseitigen Druckfortpflanzung, dem Auftrieb hervorgetreten. Der stärkste Gegensatz dagegen besteht hinsichtlich der Zusammendrückbarkeit, die bei Gasen sehr groß, bei Flüssigkeiten dagegen so gering ist, daß sie praktisch vernachlässigt werden kann. Nun zeigt sich aber, daß in einer Luftströmung im all-

<sup>33</sup> Ein für Schulzwecke geeignetes Schalenkreuz („Handwindmesser“) liefert die Firma Morrell, Berlin, Dranienstr. 25, für 52,80 M. (Listenpreis 66,— M. minus 20% Ermäßigung für Schulen). Es hat einen Durchmesser von 10 cm und mit Handgriff eine Höhe von 20 cm. Der Handgriff ist mit einer Bohrung nebst Gewinde versehen, in das die Stiele des Volkmannstatis hineinpassen. In einer Trommel ist ein Tachometer untergebracht, das die Windgeschwindigkeit auf einer gut sichtbaren Skala anzeigt.

gemeinen nur ziemlich geringe Druckschwankungen auftreten. So nimmt, wie wir sehen werden, bei einer Strömungsgeschwindigkeit von  $40 \text{ m/s} = 144 \text{ km/h}$  der Luftdruck erst um etwa 1% ab. Mithin ist auch die hierdurch bedingte Volumenänderung so gering, daß sie praktisch kaum ins Gewicht fällt. Bei größeren Geschwindigkeiten und besonders beim Aufsteigen in größere Höhe treten allerdings recht erhebliche Druck- und Volumenänderungen auf. Sie betragen bei  $127 \text{ m/s}$  oder  $1000 \text{ m}$  Höhe bereits 10%. Jedenfalls ist hiernach einleuchtend, daß man in vielen Fällen die geringe Volumenänderung vernachlässigen, die Luft also ebenso wie eine Flüssigkeit als nicht zusammendrückbar ansehen darf.

Eine weitere Frage ist die nach dem Auftreten von Reibungskräften. Daß in Flüssigkeiten und in der Luft solche vorhanden sind, ist von vornherein wahrscheinlich und durch einige Versuche schnell zu belegen. Füllt man z. B. ein Glasrohr zum Teil mit klarem, zum Teil mit gefärbtem Wasser und läßt das letztere in das klare Wasser einströmen, so beobachtet man, daß es hierbei eine ausgeprägte Spitze bildet, d. h. die Strömungsgeschwindigkeit nimmt von der Mitte nach der Wandung hin ab. Dies weist auf eine nicht unbedeutende Reibung im Wasser hin, das sich gewissermaßen in einzelnen Hohlzylindern von verschiedener Geschwindigkeit vorwärts bewegt, die teleskopartig ineinander stecken. Das Druckgefälle, das beim Durchströmen von Wasser oder Gasen durch ein Rohr auftritt, ist durch die Arbeit gegen diese Reibungskräfte bedingt. Versuche zum Nachweis der inneren Reibung in der Luft beschreibt Schütt,<sup>34</sup> indem er damit zugleich zeigt, daß die Entstehung von Wirbeln auf dem Vorhandensein von innerer Reibung beruht.

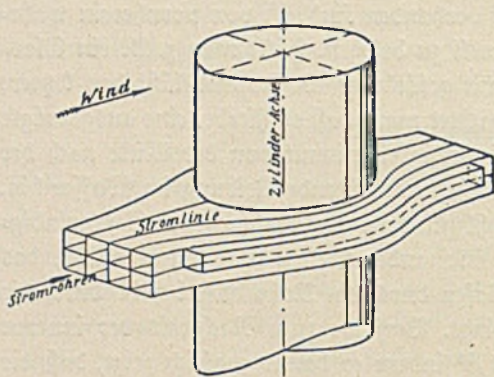
Da man bei den meisten mechanischen Vorgängen bemüht ist, die Reibung auf ein Minimum herabzusetzen, um einfache Beziehungen zu gewinnen (Fallmaschine, Pendel), wird es der Schüler begreiflich finden, wenn man in der Strömungslehre ähnlich verfährt und der Betrachtung zunächst eine möglichst unkomplizierte, ideale Flüssigkeit zugrunde legt, die weder zusammendrückbar ist, noch innere Reibung besitzt, deren Teilchen also widerstandslos gegeneinander verschiebbar sind, und in der daher auch keine Wirbel auftreten.

Wir denken uns eine solche Flüssigkeit in einer Röhre strömend, und zwar so, daß die ganze Röhre mit Flüssigkeit gefüllt ist. Eine Anhäufung oder ein Schwund von Flüssigkeit kann danach nirgends eintreten. Wir sehen ferner voraus, daß die Menge der in die Rohrleitung in der Sekunde eintretenden Flüssigkeit unverändert bleibt. Daraus folgt, daß durch jeden Querschnitt, insbesondere auch die Ausflußöffnung, dieselbe Flüssigkeitsmenge in der Sekunde hindurchtreten muß, und daß die Geschwindigkeit der Flüssigkeitsteilchen in jedem Querschnitt zeitlich unverändert bleibt. Damit ist die Strömung als stationär gekennzeichnet. Ist  $F$  die Größe eines solchen Querschnitts und  $v$  die dort herrschende Geschwindigkeit der Flüssigkeitsteilchen, so ist  $F \cdot v$  für die ganze Röhre eine unveränderliche Größe. Die Geschwindigkeit ist daher dem Querschnitt umgekehrt proportional. Bei Ver-

<sup>34</sup> Schütt, Einführung S. 22.

engungen der Röhre strömt die Flüssigkeit also schneller, bei Erweiterungen langsamer.

Hier hat nun die dynamische Betrachtung des Strömungsvorganges einzusetzen. Diese ergibt, daß beim Übergang zu einer engeren Stelle eine Kraft in Richtung der Strömung wirken muß, die die Flüssigkeitsteilchen beschleunigt, umgekehrt bei einer Erweiterung des Rohres eine verzögernde, entgegen der Strömung gerichtete Kraft. Dies bedingt eine Druckabnahme, also Saugwirkung bei Verengung, eine Drucksteigerung bei Erweiterung des Rohres. Beide Erscheinungen lassen sich durch die bekannten Versuche mit Wasser- oder Luftströmen leicht nachweisen, wobei der Druck durch Wassermanometer gemessen wird. Auf die Anwen-



dungen bei der Wasserstrahlpumpe, der Quecksilberdampfmaschine, beim Bunsenbrenner, Dampfstrahlgebläse usw. sei hingewiesen.

Es wäre nunmehr zu zeigen, daß diese für materiell begrenzte Röhren entwickelten Verhältnisse auch für freie Strömungen Gültigkeit haben, wenn man sich diese durch willkürlich zusammengefaßte Stromlinien in einzelne Stromröhren geteilt denkt. Abb. 12

Abb. 12. Stromlinien und Stromröhren in einer idealen Flüssigkeit beim Umströmen eines Zylinders. Aus: Alderet, Das Motorschiff. Vandenhoeck & Ruprecht.

Die Verengung seitlich des Zylinders ist deutlich erkennbar. Dort herrscht also größere Geschwindigkeit und geringerer Druck. Ob es für die Behandlung der Strömungserscheinungen in der Schule angebracht ist, eine nähere Betrachtung der Stromlinien in einer idealen Flüssigkeit vorzunehmen und diese — nach dem Vorgange von Pohl — durch Versuche mit einer schleichenden Flüssigkeitsströmung zu demonstrieren, dürfte fraglich sein. Im Hinblick auf den zeitlichen und geldlichen Aufwand und darauf, daß die beim Fliegen vorliegenden Strömungen diesen Bildern durchaus nicht entsprechen, kann wohl darauf verzichtet werden.

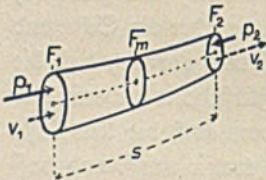


Abb. 13. Stromröhre. Aus: Rosenberg-Hauschulz, Lehrbuch der Physik. G. Freytag.

Nach diesen Vorbereitungen wird zur Ableitung der wichtigen Gleichung von Bernoulli geschritten, die die Grundlage für die Messung der Strömungsgeschwindigkeit durch den Staudruck bildet. Dies kann in schulgemäßer Weise etwa folgendermaßen geschehen:<sup>35</sup>

Die Flüssigkeit bewege sich in einer Stromröhre (Abb. 13) von einem Querschnitt  $F_1$ , wo der Druck  $p_1$  und die Geschwindigkeit  $v_1$  ist, längs des Weges  $s$  nach dem

<sup>35</sup> Vgl. Rosenberg-Hauschulz, Lehrbuch der Physik, Oberstufe S. 114.

kleineren Querschnitt  $F_2$ . Der Druck ist dabei auf  $p_2$  gesunken, die Geschwindigkeit auf  $v_2$  gestiegen. Zur Vereinfachung nehmen wir nun an, daß der Druck nicht — wie es tatsächlich der Fall ist — von  $F_1$  nach  $F_2$  allmählich abnimmt, sondern bei einem mittleren Querschnitt  $F_m$  sprungweise von  $p_1$  auf  $p_2$  sinkt. Auf den Flüssigkeitskörper zwischen  $F_1$  und  $F_2$  wirkt daher nach rechts die Kraft  $P = F_m \cdot (p_1 - p_2)$ . Wir stellen uns nun vor, daß eine Flüssigkeitsmenge, deren Volumen gleich dem der Stromröhre ist, von  $F_1$  nach  $F_2$  abfließt. Jedes Flüssigkeitsteilchen legt dabei den Weg  $s$  zurück. Längs dieses Weges  $s$  wird dann zur Beschleunigung der Flüssigkeit die Arbeit  $A = P \cdot s = F_m \cdot (p_1 - p_2) \cdot s = V \cdot (p_1 - p_2)$  verrichtet, wo  $V = F_m \cdot s$  das Volumen der Stromröhre bedeutet.

Diese Arbeit, die einem Verlust an Druck, also an potentieller Energie, entstammt, ist zur Vermehrung der kinetischen Energie verwandt worden. Also ist andererseits  $A = \frac{m}{2} v_2^2 - \frac{m}{2} v_1^2 = \frac{m}{2} (v_2^2 - v_1^2)$ . Nach dem Gesetz von der Erhaltung der Energie ist dann:

$$V(p_1 - p_2) = \frac{m}{2} (v_2^2 - v_1^2) \quad \text{oder, da die Dichte } \rho = \frac{m}{V} \text{ ist:}$$

$$p_1 - p_2 = \frac{\rho}{2} (v_2^2 - v_1^2)$$

$$p_1 + \frac{\rho}{2} v_1^2 = p_2 + \frac{\rho}{2} v_2^2 = \text{const.}$$

Diese von Bernoulli bereits in der Mitte des 18. Jahrhunderts gefundene Gleichung besagt: In einer stationären Strömung einer idealen Flüssigkeit ist die Summe aus dem Druck und der kinetischen Energie der Raumeinheit der Flüssigkeit konstant. Die Gleichung ist — entsprechend unserer Ableitung — als ein besonderer Fall des Energiegesetzes anzusehen, indem der Druck  $p$  die potentielle und  $\rho/2 \cdot v^2$  die kinetische Energie einer Volumeneinheit der Flüssigkeit darstellt. Weider Summe ist für eine ideale Flüssigkeit konstant. Nimmt daher die Geschwindigkeit  $v$  zu, so muß der Druck  $p$  abnehmen, und umgekehrt.<sup>36</sup>

Die Bedeutung und der Nutzen der Gleichung von Bernoulli geht erst aus ihren Anwendungen hervor. Hierbei ist zunächst das Venturirohr<sup>37</sup> zu erwähnen,

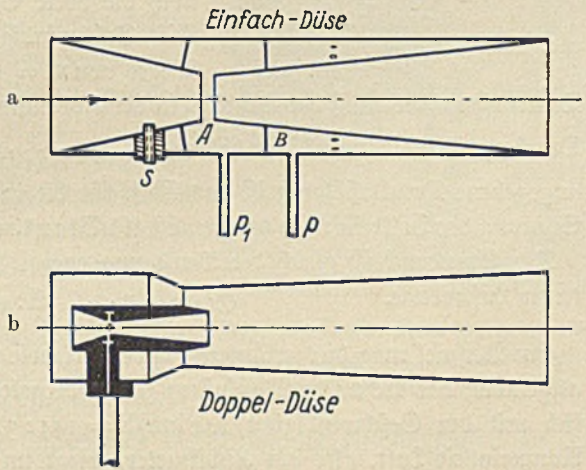


Abb. 14. Venturirohr (Saugrohr) als Fahrtmesser, a mit einer Düse, b mit Doppeldüse.  
Aus: Rehber, Flugzeug-Instrumente. VoIIman n.

<sup>36</sup> Vgl. auch von Mises, Fluglehre, 4. Auflage S. 21, und Pohl, Mechanik und Akustik, S. 150.

<sup>37</sup> Im Prinzip von Giambattista Venturi, Professor in Modena, 1797 erfunden.

kurz Düse genannt (Abb. 14 a), welches das gebräuchlichste Instrument zur Messung der Fahrtgeschwindigkeit darstellt. Der Fahrtstrom tritt in die vordere Öffnung der Düse ein und wird in ihr bis zur Stelle des engsten Querschnitts A beschleunigt, so daß dort der niedrigere Druck  $p_1$  entsteht. Hier ist eine Rohrleitung angeschlossen, die A mit dem Innern einer Membrandose verbindet. Auf diese wirkt von außen der in der Umgebung der Düse herrschende Luftdruck  $p$ , der von der mit Löchern versehenen Kammer B abgenommen wird. Dies ist notwendig, da am Anzeigegerät infolge seiner Lage leicht ein etwas anderer Druck vorhanden sein kann, als in der freien Luft. Durch Hinein- oder Herausdrehen der Schraube s kann die Düse so korrigiert werden, daß das Anzeigegerät mit der auf anderem Wege, etwa durch Abstoppen, gemessenen Geschwindigkeit des Flugzeugs übereinstimmt. Häufig werden auch Fahrtmesser mit zwei ineinander angeordneten Düsen benützt (vgl. Abb. 14 b).

Eine andere wichtige Anwendung findet die Gleichung von Bernoulli beim Staudruckgerät. In seiner einfachsten, als Pitotrohr bezeichneten Ausführung besteht

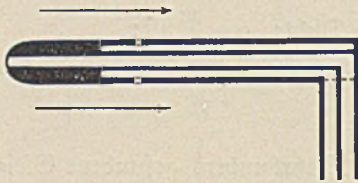


Abb. 15. Staudruckgerät nach Prandtl.

Aus: Prandtl, Abriß der Strömungslehre. Vieweg & Sohn.

es aus einem etwa rechtwinklig gebogenen Rohr, dessen eine Öffnung gegen die Stromrichtung zeigt, während das andere mit dem einen Schenkel eines Manometers verbunden ist. Die Wirkung des Gerätes beruht auf dem Gedanken, daß sich die Luft in der offenen Rohrmündung in Ruhe befindet, während sie in einiger Entfernung davor noch die volle Strömungsgeschwindigkeit besitzt. Die Geschwindigkeit der Luft ist längs dieses Weges von  $v_1 = v$  auf  $v_2 = 0$  abgebremst worden.

Dementsprechend muß der Druck  $p_2$  in der Rohrmündung höher sein als der statische Druck  $p_1$ . Nach Bernoulli ist daher:  $p_2 - p_1 = \frac{\rho}{2} \cdot v^2$ . Diese durch das Manometer angegebene Druckerhöhung ist das Maß für die in der Rohrmündung eingetretene Stauung der Luft; sie wird demgemäß als Staudruck bezeichnet. Somit ergibt sich:

Der Staudruck ist gleich der Bewegungsenergie der in der Raumeinheit enthaltenen Luftmenge.

$$\text{Staudruck: } q = \frac{\rho}{2} \cdot v^2.$$

Ein Beispiel mag dies erläutern; dabei soll, wie in den Büchern über Flugwesen allgemein, das technische Maßsystem zugrunde gelegt werden. Das Flugzeug möge sich mit der Geschwindigkeit  $144 \text{ km/h} = 144 : 3,6 \text{ m/s} = 40 \text{ m/s}$  bewegen. Die Raumeinheit Luft, also ein Kubikmeter, wiegt im Normalzustand  $1,293 \text{ kg}$ . Aus  $P = m \cdot g$  folgt dann die Masse der Volumeneinheit  $\rho = \frac{1,293}{9,81} \approx \frac{1}{8}$ . Somit ergibt sich der Staudruck  $q = \frac{\rho}{2} v^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{8} \cdot 40^2 = 100 \text{ kg/m}^2 = 10 \text{ g/cm}^2$ . Das Wassermanometer würde also einen Höhenunterschied von  $10 \text{ cm}$  oder  $\frac{1}{100} \text{ at}$  anzeigen.

Aus dem vorstehenden ist ersichtlich, daß der Staudruck ebenso wie der Unterdruck in einer Düse zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit verwandt werden

kann. Bei dem von Prandtl angegebenen Staudruckgerät wird der statische Vergleichsdruck ähnlich wie bei der Düse an seitlichen Öffnungen des strömungslinienförmig gebauten Gerätes abgenommen (vgl. Abb. 15). In der Segelfliegerei werden häufig Geschwindigkeitsmesser benutzt, die aus einer Düse und einem darüber angebrachten Staurohr bestehen. Der Druckunterschied zwischen beiden wird durch ein Zeigerinstrument mit Membrankapsel angegeben. Da die Düse mit dem Innenraum, das Staurohr mit dem Gehäuse der Kapsel verbunden ist, summieren sich Unterdruck und Staudruck (vgl. Abb. 16).

Es bleibt noch übrig, auf eine wichtige Vereinfachung hinzuweisen, die die Gleichung von Bernoulli  $p + \frac{\rho}{2} \cdot v^2 = \text{const}$  durch die Einführung des Staudrucks ersetzt. Ersetzt man nämlich  $\frac{\rho}{2} \cdot v^2$  durch den Staudruck  $q$ , so nimmt die Gleichung die einfache Form  $p + q = \text{const}$  an, d. h.: In einer strömenden Flüssigkeit bleibt die Summe aus statischem Druck und Staudruck erhalten.

Hierbei ist zu betonen, daß dieser Satz streng genommen nur für eine ideale Flüssigkeit gilt, bei der vor allem innere Reibung und damit die Umwandlung von mechanischer Energie in Wärme fehlt. Es liegt hier eine gewisse Parallele zu anderen Erscheinungen der Mechanik vor, bei denen, wie beim Pendel, die Umwandlung von Lageenergie in Bewegungsenergie oder umgekehrt nur beim völligen Fehlen von Reibung vollständig ist.

Es wird sich empfehlen, einige der bekannten Beispiele von Strömungsvorgängen unter diesem neuen Gesichtspunkte noch einmal durchzugehen. Man erkennt dann, wie die Betrachtung hierdurch an Anschaulichkeit gewinnt. Dabei muß dem Schüler immer wieder eingepreßt werden, daß die Messung des statischen Drucks ohne Änderung der Strömungsgeschwindigkeit erfolgt, während bei der Messung des Staudrucks die Strömungsgeschwindigkeit an der betreffenden Stelle auf Null abgebremst wird.

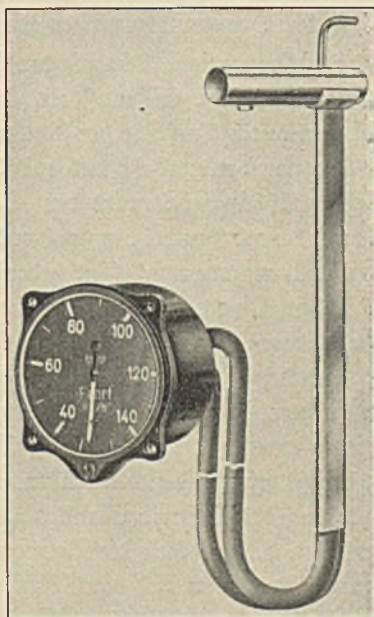


Abb. 16. Fahrtmesser, bestehend aus Staurohr und Düse mit Druckmesser (Askania-Werke A.-G.).

#### 4. Der Luftwiderstand

Nachdem festgestellt ist, daß jeder Luftgeschwindigkeit ein bestimmter Staudruck entspricht, sind wir in der Lage, mit Hilfe eines Staurohrs und eines Manometers die Geschwindigkeit der Luft im Strahl eines Windkanals, eines Fön usw. zu messen.

Allerdings müßte hierbei, streng genommen, entsprechend der Formel für den Staudruck  $q = \frac{\rho}{2} \cdot v^2$  die wechselnde Dichte der Luft berücksichtigt werden. Die Änderungen sind indessen so gering, daß sie für Schulversuche vernachlässigt werden können. Für die Dichte  $\rho$  kann daher stets der oben angegebene Wert  $1/8$  (im technischen Maßsystem) benutzt werden.

Die nächste Aufgabe des Unterrichts ist nun die Bestätigung der für den Luftwiderstand geltenden Formel:  $W = z \cdot \rho \cdot F \cdot v^2$

Hierbei bedeutet:

$W$  den Luftwiderstand in kg,

$z$  einen für die Form des Körpers charakteristischen Beiwert,

$\rho$  die Luftdichte (normal  $1/8$ ) in Masseneinheiten je  $m^3$ ,

$F$  die Stirnfläche in  $m^2$ ,

$v$  die Geschwindigkeit der Luft in  $m/s$ .

Die Proportionalität mit der Luftdichte zu untersuchen, kann nicht Aufgabe des Unterrichts sein. Sie muß als Ergebnis der Forschung mitgeteilt werden. Dagegen ist nun durch Versuche der Nachweis zu führen, daß der Luftwiderstand der Stirnfläche proportional ist und mit dem Quadrat der Luftgeschwindigkeit wächst. Die erstere Abhängigkeit wird dem Schüler als von vornherein wahrscheinlich einleuchten, während ihm bei der zweiten das Auftreten des Quadrates befremdlich erscheinen muß. Wenn man indessen bedenkt, daß die Bewegungsenergie der Luft ebenfalls mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wächst, so wird dies auch beim Luftwiderstand begreiflich erscheinen.

Für den experimentellen Nachweis stehen außer dem Windkanal noch andere einfachere Versuchsmöglichkeiten zur Verfügung. F. C. G. Müller<sup>38</sup> verwendet hierzu einen mit Wasserstoff gefüllten Gummiballon, der zunächst zum Schweben gebracht wird und sich dann unter der Wirkung eines Übergewichts und der Gegenwirkung des Luftwiderstandes gleichförmig abwärts bewegt. Bei vierfachem Übergewicht, d. h., sofern die Bewegung wieder gleichförmig ist, vierfachem Luftwiderstand, verdoppelt sich die Geschwindigkeit. — Der Versuch läßt sich noch einfacher im Treppenhaus mit Fallschirmen aus Papier in Form eines Regelmantels ausführen, die aus einem Kreissektor von  $270^\circ$  zusammengeklebt sind. Ein solcher Schirm fällt mit der Spitze voran sehr gleichmäßig. Die Sinkgeschwindigkeit wird durch Abstoppen ermittelt. Steckt man vier solche Schirme ineinander, so ist die Geschwindigkeit doppelt so groß. Auch die Abhängigkeit von der Stirnfläche läßt sich auf diese Weise leicht nachweisen. Zwei Schirme, deren Maße sich wie  $1 : 2$ , deren Stirnflächen sich demnach wie  $1 : 4$  verhalten, sinken auffallenderweise mit gleicher Geschwindigkeit abwärts. Da auch ihre Gewichte, entsprechend der verwandten Papierfläche, sich wie  $1 : 4$  verhalten und die Bewegung gleichförmig ist, gilt dasselbe Verhältnis auch für den Luftwiderstand. Dieser ändert sich also im gleichen Verhältnis wie die Stirnfläche.

<sup>38</sup> Müller, Technik des physikalischen Unterrichts, 1. Aufl., S. 62.



Eine andere Methode, um die Abhängigkeit des Luftwiderstandes von der Geschwindigkeit zu messen, gibt Wildermuth an.<sup>39</sup> Er befestigt an mehreren Punkten des von ihm abgeänderten Müllerschen Reifenapparats Dämpfungsflächen, welche die durch ein Antriebsgewicht erzeugte Bewegung des Reifens gleichförmig machen, und beobachtet nun die Abhängigkeit der Reifengeschwindigkeit vom Antriebsgewicht. Die doppelte Geschwindigkeit tritt hierbei erst bei vierfachem Antriebsgewicht ein.

Es dürfte nicht überflüssig sein, die so bestätigte Formel für den Luftwiderstand nachträglich einer kritischen Betrachtung zu unterziehen und darauf hinzuweisen, daß man ihr im Gegensatz zu zahlreichen anderen physikalischen Gesetzen, z. B. dem Gravitationsgesetz usw. keine unbeschränkte Gültigkeit beilegen darf. Dies gilt insbesondere für die Abhängigkeit des Luftwiderstandes von der Geschwindigkeit, die nur in dem Bereich bis zu 100 m/s als gut stimmend anzusprechen ist, während von 100 bis 300 m/s der Wert des für die Form charakteristischen Weiwertes  $z$  langsam ansteigt. Bei noch größeren Geschwindigkeiten, die allerdings vorwiegend für die Ballistik in Frage kommen, sind die Abweichungen dann sehr beträchtlich. — Auch die Abhängigkeit von der Stirnfläche gilt, streng genommen, nur unter der Voraussetzung, daß die Stromlinienbilder bei verschiedenen Größen des umströmten Körpers geometrisch ähnlich sind, was bei gleicher Luftgeschwindigkeit durchaus nicht immer zutrifft. Endlich übt auch die Rauigkeit der Oberfläche einen erheblichen Einfluß auf die Größe des Luftwiderstandes aus.<sup>40</sup>

Diese Einschränkungen sollen den Wert der in mühsamer Forscherarbeit gewonnenen wissenschaftlichen Ergebnisse in den Augen des Schülers nicht herabsetzen. Aber sie sollen ihn zur Vorsicht und Kritik mahnen und ihm zeigen, daß bei der Konstruktion von Luftfahrzeugen auch diese Abweichungen berücksichtigt werden müssen, und daß z. B. die an Modellen angestellten Messungen nicht ohne weiteres auf beliebige Dimensionen übertragen werden dürfen.

Es erscheint zweckmäßig, die so bestätigte Formel für  $W$  in Übereinstimmung mit der in der Praxis heute üblichen Form zu bringen. Der Schüler wird leicht erkennen, daß das Produkt  $\rho \cdot v^2$  den Gedanken nahelegt, den Staudruck  $q = \frac{\rho}{2} \cdot v^2$  einzuführen. Dadurch tritt der Weiwert  $z = c$  auf, der in Deutschland allgemein als Widerstandsbeiwert bezeichnet wird. So ergibt sich für den Luftwiderstand der Ausdruck:

$$W = c \cdot F \cdot \frac{\rho}{2} v^2 = c \cdot F \cdot q.$$

Diese Formel gibt nun die Möglichkeit, für verschiedene Körperformen die Widerstandszahl durch Messung im Windkanal zu ermitteln. Hierbei muß beachtet werden, daß der Luftwiderstand  $W$  in kg, die Stirnfläche  $F$  in  $m^2$  und der Staudruck  $q$  in  $kg/m^2$  zu messen ist. Ferner ist  $1 kg/cm^2 = 10000 kg/m^2$ ; wir erinnern uns, daß

<sup>39</sup> Wildermuth, Apparate und Versuche aus der Württembergischen Landesanstalt für den Physikunterricht, S. 41.

<sup>40</sup> Vgl. von Mises, Fluglehre, 4. Aufl. S. 29.

bei einer Luftgeschwindigkeit von 40 m/s der Staudruck gerade 100 kg/m<sup>2</sup> war, was einer Wasserfäule von 10 cm Höhe entspricht.

Die vorkommenden Widerstandsbeiwerte sind zumeist kleine Zahlen. Man gibt daher häufig das Hundertfache ihres Wertes an und bezeichnet dieses mit C, was für Schüler, die sich auch außerhalb des Unterrichts mit Literatur über Fluglehre befassen, nicht unwichtig ist.

Widerstandsbeiwerte.<sup>41</sup>

Gestalt des Körpers	C = 100 · c
Ebene, dünne Platte.....	110—120
Kreisförmiger Stiel.....	100
Dvaler Stiel.....	10—16
Kugel.....	20—24
Stromlinienkörper.....	5,6
Flugzeugrumpf, glatt und ohne Beschläge.....	10—20
Flugzeugrad, seitlich verschalt.....	24—60
„ „ „ unverschalt.....	100—120
Fallschirm.....	140

Die zur Bestätigung der Formel für den Luftwiderstand aufgewandte Mühe und die Angabe von Widerstandsbeiwerten erscheinen nur dann gerechtfertigt, wenn der Schüler ein anschauliches Bild gewinnt, wie diese Formel in der Praxis mit Nutzen verwendet werden kann. Es wird daher — trotz der bekannten Abneigung unserer Schüler gegen die Durchführung von praktischen Rechnungen — angebracht sein, die Anwendungsmöglichkeit der Widerstandsformel an einigen Beispielen zu zeigen.

1. Beispiel: Es soll der Luftwiderstand berechnet werden, den das Luftschiff „Graf Zeppelin“ in 1000 m Höhe zu überwinden hat.

Unter der Annahme, daß das Luftschiff genau nach der Stromlinienform gebaut ist, beträgt der Widerstandsbeiwert 0,056. Ein Kubikmeter Luft wiegt in 1000 m Höhe bei einer Temperatur von 5° C 1,129 kg.<sup>42</sup> Die Luftdichte ist daher 1,129 : 9,81 = 0,115. Aus dem größten Durchmesser d = 30,5 m ergibt sich die Stirnfläche  $F = \frac{\pi}{4} d^2 = 730 \text{ m}^2$ . Die Geschwindigkeit beträgt  $v = 115 \text{ km/std} = 32 \text{ m/s}$ . Hieraus folgt der Luftwiderstand:

$$W = 0,056 \cdot \frac{0,115}{2} \cdot 730 \cdot 32^2 = 2400 \text{ kg}$$

Hierbei ist zu bemerken, daß dieser Wert lediglich für den glatten Rumpf gilt. Durch den Anbau von Gondeln, Streben usw. wird er ganz wesentlich erhöht.

Die zur Überwindung dieses Luftwiderstandes erforderliche Leistung berechnet sich aus:

$$N = \frac{A}{t} = \frac{P \cdot s}{t} = P \cdot v.$$

Aus  $P = W = 2400 \text{ kg}$  und  $v = 32 \text{ m/s}$  folgt:

$$N = 2400 \cdot 32 = 76800 \text{ kgm/s} = 1024 \text{ PS}$$

<sup>41</sup> Auszugsweise aus von Mises, Fluglehre, 4. Aufl. S. 385. Vgl. auch Pfister, Grundlagen der Fluglehre, S. 49.

<sup>42</sup> Vgl. von Mises, Fluglehre, 4. Aufl. S. 15, Zahlentafel 2.

Da eine Luftschraube einen bestimmten Wirkungsgrad besitzt, muß die Motorenleistung entsprechend höher sein.

2. Beispiel: Mit welcher Geschwindigkeit sinkt ein Fallschirm von 5 m Durchmesser zur Erde, wenn er einschließlich seines Eigengewichtes eine Last von 80 kg trägt?

Da der Fallschirm sich nach dem Öffnen gleichmäßig abwärts bewegt, also keine Beschleunigung vorhanden ist, ist der Luftwiderstand gleich dem Gewicht des Körpers, d. h.  $W = 80 \text{ kg}$ .<sup>43</sup> Der Widerstandsbeiwert ist  $c = 1,4$ , die Luftdichte beträgt am Boden  $1/8$ . Die Stirnfläche ist  $F = \frac{\pi}{4} d^2 = 20 \text{ m}^2$ . Somit ergibt sich die Sinkgeschwindigkeit  $v$  aus  $W = c \cdot \frac{\rho}{2} \cdot F \cdot v^2$  zu:

$$v = \sqrt{\frac{2W}{c\rho F}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 80}{1,4 \cdot \frac{1}{8} \cdot 20}} = 6,8 \text{ m/s}.$$

Dies entspricht der Geschwindigkeit, die erreicht wird, wenn man aus 2,3 m Höhe zur Erde herabspringt. — In der Tat wird die Sinkgeschwindigkeit der gebräuchlichen Fallschirme mit 5 bis 7 m/s angegeben.

### 5. Wirbelbildung und Magnuseffekt

Dem Schüler ist aus dem vorbereitenden Lehrgang bereits bekannt, daß hinter jedem relativ zu einer Flüssigkeit oder zur Luft bewegten Körper Wirbel entstehen, und daß der Umfang dieser Wirbelbildung maßgebend für die Größe des Widerstandes ist. Durch geeignete Versuche im Strömungskanal oder durch Beobachtung der in eine ruhende Flüssigkeit eingebrachten Teilchen in der Umgebung des bewegten Körpers werden die entstehenden Strömungsbilder noch einmal gezeigt. Dabei wird vor allem auf die hinter dem Körper vorhandene Rückströmung hinzuweisen sein, die auch in Luft mittels Fadensonde, Flügelrädchen oder Rauch wahrnehmbar gemacht werden kann. Sehr zu empfehlen ist ferner der im Laboratorium von Prof. Prandtl hergestellte Lehrfilm,<sup>44</sup> Entstehung von Wirbeln und Strömungen, Teil I, der ein hervorragendes Anschauungsmittel darstellt und mit den an vielen Schulen bereits vorhandenen Schmalfilmgeräten unschwer vorgeführt werden kann. Teil II dieses Films hat mehr für Strömungstechniker Interesse.

Die Frage ist nun, ob und inwieweit in dem Lehrgang der Oberstufe eine Vertiefung der bisherigen Strömungsbetrachtungen möglich ist. Eine solche muß darauf abzielen, dem Schüler die Entstehung von Wirbeln verständlich zu machen, die ja als wesentliche Ursache des Luftwiderstandes erkannt worden sind. Da die Wirbelbildung auch für das Verständnis vieler Vorgänge an der Tragfläche des Flugzeugs von Bedeutung ist (Abreißen der Strömung beim Überziehen der

<sup>43</sup> Vgl. das lehrreiche Schaubild der Geschwindigkeit eines Fallschirmabspringers in Datsch, Luftfahrt S. 98. Die gleichförmige Abwärtsbewegung wird danach erst nach einem lotrechten Fallweg von 200 m erreicht.

<sup>44</sup> Der Film ist als Schmalfilm zu beziehen durch die Reichsstelle für den Unterrichtsfilm, Berlin, Potsdamer Str. 120. Preis RM. 35,—.

Steuerung), so erscheint es lohnend, auf diesen Gegenstand einzugehen, sofern die dem Physikunterricht zur Verfügung stehende Zeit — und das ist leider bei der Mehrzahl unserer höheren Schulen der Fall — nicht allzu knapp bemessen ist.

An sich liegt es nahe, hierbei von der Strömung einer idealen Flüssigkeit auszugehen. Ich halte dies indessen für überflüssig, einmal aus zeitlichen Gründen und dann, weil die dieser Strömung entsprechenden Bilder sich experimentell nur durch die sehr langsame Strömung einer Flüssigkeit mit innerer Reibung, die sogenannte schleichende Strömung, darstellen lassen.<sup>45</sup> Wenn für die Strömung einer idealen Flüssigkeit dann noch das Wort „Potentialströmung“ gebraucht wird, worunter der Schüler sich beim besten Willen nichts vorstellen kann, so dürfte in den Köpfen leicht ein Zustand eintreten, der einige Ähnlichkeit mit einer Karmanschen Wirbelstraße aufweist.

Aus diesen Gründen scheint es mir angebracht, *medias in res* zu gehen und gleich die Vorgänge bei einer Strömung mit innerer Reibung zu betrachten. Ein solches Vorgehen nötigt allerdings dazu, die Grundgedanken der Prandtl'schen Grenzschichtlehre kurz zu entwickeln. Es ist zweifellos eine sehr einleuchtende Vorstellung, daß beim Entlangströmen einer Flüssigkeit an einer Wand die der Wand benachbarten Flüssigkeitsteilchen infolge der molekularen Anziehungskräfte an dieser haften, also in Ruhe bleiben, und daß die benachbarten Flüssigkeitsschichten sich infolge der inneren Reibung über diese ruhende Schicht mit wachsender Geschwindigkeit hinwegschieben. Die volle Geschwindigkeit der Strömung wird daher erst in einigem Abstand von der Wand erreicht; dieser ist von der Strömungsgeschwindigkeit und der inneren Reibung oder Zähigkeit der Flüssigkeit abhängig. Die der Wand benachbarte Schicht, in der so eine verminderte Strömungsgeschwindigkeit herrscht, ist die Prandtl'sche Grenzschicht. Man kann die Grenzschicht nach Prandtl sehr schön in einem Strömungskanal mit Wasser zeigen, wenn man mittels eines dünnen, rechtwinklig umgebogenen Röhrchens, das geeignet bewegt wird, einen Strich von gefärbtem Wasser an die Wand bringt und dann dem bisher ruhenden Wasser eine Strömung erteilt. Man sieht dabei deutlich, daß der Teil des gefärbten Wassers, der unmittelbar an die Wand gelangt war, von der Strömung kaum mitgenommen wird, während der Teil, der sich mehr im Innern der Flüssigkeit befand, fast ohne Deformation von der Strömung fortgeführt wird. — Der entsprechende Vorgang tritt ein, wenn ein Körper durch eine ruhende Flüssigkeit bewegt wird. Der Körper schleppt dann eine Grenzschicht bewegter Flüssigkeit mit. Dies läßt sich durch Versuche mit einer schnell rotierenden Kreisscheibe oder einem rotierenden Zylinder<sup>46</sup> nachweisen. Da nämlich durch Abschleudern der mitbewegten Luft infolge der Zentrifugalwirkung ein Unterdruck entsteht, wird ein in die Nähe des bewegten Körpers gebrachtes Papierblatt gegen diesen gedrückt.

Zur Erklärung der Wirbelbildung betrachten wir nun nach Prandtl<sup>47</sup> die beim

<sup>45</sup> Vgl. Pohl, *Mechanik und Akustik*.

<sup>46</sup> Pohl, *Mechanik und Akustik* S. 22 und Schütt, *Einführung* S. 22.

<sup>47</sup> Prandtl, *Urbis der Strömungslehre*, S. 100 ff.

Umströmen eines Körpers, etwa eines Zylinders, auf die Grenzschicht ausgeübten Kräfte. Auf der angeströmten Seite drängen sich die Stromlinien seitlich zusammen (Abb. 17); die Flüssigkeitsteilchen werden daher beschleunigt, und dabei erhalten auch die langsamer strömenden Teilchen der Grenzschicht einen Bewegungsantrieb. Sie werden daher in allen Teilen ihren Weg längs der Körperoberfläche fortsetzen. — Auf der Rückseite des Zylinders dagegen breiten sich die Stromlinien aus, solange noch keine Wirbel da sind; der Druck steigt hierbei und verzögert die Flüssigkeitsteilchen der äußeren Strömung. Dadurch werden aber die an sich bereits langsameren Teilchen der Grenzschicht ebenfalls verzögert und bei hinreichender Stärke der verzögernden Wirkung zum Stillstand oder gar zur Umkehr gebracht. An der Rückseite der Wandung des Zylinders entsteht also beiderseits eine Gegenströmung. Da nun immer neue Flüssigkeitsteilchen folgen, sammeln sich zwischen der rückwärtigen Wand und der äußeren Strömung immer neue Flüssigkeitsmassen an, so daß sich der rückläufige Strom schnell verbreitert. Dadurch wird die äußere Strömung immer mehr von der Wand abgedrängt, sie löst sich von ihr ab, und die so entstandene Trennungsschicht rollt sich nun zu einem Wirbel zusammen.<sup>48</sup>



Abb. 17. Wirbelbildung hinter einem umströmten Zylinder.

Aus: Grimshel-Tomashoff, Lehrbuch der Physik. Teubner.

Sehr anschaulich ist auch die von Pohl<sup>49</sup> gegebene Darstellung, der die anfangs beschleunigte, danach verzögerte Bewegung eines an der Zylinderwand vorüberströmenden Flüssigkeitsteilchens mit der Bewegung einer Kugel in einer bogenförmigen Rinne vergleicht. Bei reibungsloser Bewegung (ideale Flüssigkeit) würde die Kugel die ursprüngliche Höhe wieder erreichen und sich danach gleichförmig weiterbewegen. Infolge der Reibung (Flüssigkeit mit innerem Widerstand) kommt sie indessen bereits vorher zur Ruhe und rollt rückwärts (Rückströmung).<sup>50</sup>

Ein weiteres Eingehen auf diese recht schwierige Materie dürfte sich erübrigen. Insbesondere erscheint es nicht möglich, eine Erklärung dafür zu geben, warum sich hinter einem symmetrischen Körper nicht eine stabile Wirbelanordnung ausbildet. Der Lehrer wird sich hier mit dem Hinweis darauf begnügen müssen, daß von den beiden, anfangs symmetrischen Wirbeln der eine stärker wächst, sich dann löst und abtreibt, und daß dieses Spiel sich darauf in regelmäßigem Wechsel wiederholt. Eine gute Demonstration der so entstehenden Karman'schen Wirbelstraße (Abb. 17) wird diese Betrachtung wirkungsvoll ergänzen.

<sup>48</sup> Vgl. die Strömungsbilder in Prandtl-Beß, Ergebnisse, 3. Lieferung Abb. 6, die in verschiedenen Abhandlungen über Flugwesen Aufnahme gefunden haben (z. B. Frick, Grundlagen der Luftfahrt, Heft IV; Müller, Erste Einführung in die Fluglehre). Gute Strömungsbilder enthält auch Eck, Technische Strömungslehre.

<sup>49</sup> Pohl, Mechanik u. Akustik, S. 162.

<sup>50</sup> Vgl. auch Schütt, Einführung, S. 90.

Nachdem als Ursache für die Entstehung von Wirbeln die Ablösung der Strömung infolge Bremsung der Grenzschicht erkannt ist, erscheint nun auch der Einfluß der Körperform in einem neuen Licht. Die Ablösung der Strömung wird um so eher eintreten, je stärker die Stromlinien sich an der Rückseite des umströmten Körpers ausbreiten, je schneller also die auf die Grenzschicht verzögernd wirkende Druckzunahme erfolgt. Ein Körper mit starker rückwärtiger Abrundung oder gar scharfen Kanten wird also zu einer frühzeitigen Ablösung der Strömung und demgemäß einer starken Wirbelbildung mit entsprechend hohem Widerstand Anlaß geben. Bei dem Stromlinienkörper dagegen nimmt der Druck nach dem spitzen Ende hin nur sehr allmählich zu. Eine rückläufige Strömung der Grenzschicht wird hier also vermieden, und der Widerstand des Körpers ist dementsprechend niedrig.

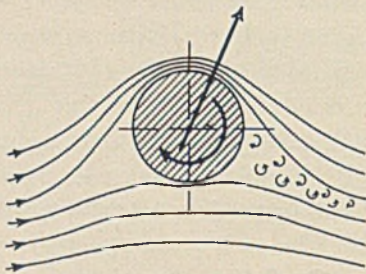


Abb. 18. Magnuseffekt.

Aus: Pfister, Grundlagen der Fluglehre.

Der Nutzen eines Eingehens auf die Grenzschicht zeigt sich ferner bei der Betrachtung des Magnuseffekts. Bei dem in der Flüssigkeitsströmung ruhenden Zylinder tritt die Ablösung der Strömung symmetrisch auf beiden Seiten ein, wenn man von einer leichten Schwankung durch die sich abwechselnd loslösenden Wirbel absieht. Wird nun der Zylinder im Uhrzeigersinn in Drehung versetzt, so wird auch die Grenzschicht in demselben Drehungssinn mitgeführt. Erfolgt die Drehung so schnell, daß die Umfangsgeschwin-

digkeit größer wird als die Strömungsgeschwindigkeit, so findet auf der Seite des Zylinders, wo sich Wand und Strömung im gleichen Sinne bewegen (Abb. 18, oben), überhaupt keine Bremsung der Grenzschicht statt; die Strömung erfährt im Gegenteil noch eine Beschleunigung. Ein Anlaß zum Abreißen der Strömung von der Wand liegt hier überhaupt nicht vor. Der Ablösungspunkt wird vielmehr weit auf die Rückseite verschoben.

Umgekehrt liegen die Verhältnisse auf der gegenüberliegenden Seite des Zylinders, wo Strömung und Zylinderwand sich entgegengesetzt bewegen (Abb. 18, unten). Die Grenzschicht wird hier sehr stark und frühzeitig, wenn auch ebenfalls auf der Rückseite des Zylinders gebremst. Dort löst sich also die Strömung unter Wirbelbildung von der Wandung ab. Auf diese Weise erklärt sich das Strömungsbild Abb. 18 durch unsymmetrische Verschiebung der Ablösungsstellen der Strömung. Diese unsymmetrische Verteilung der Ablösungsstellen bedingt nun in der Flüssigkeit einen Strömungszustand, der durch große Geschwindigkeit, also niedrigeren Druck oberhalb, geringe Geschwindigkeit und damit hohen Druck unterhalb des Zylinders gekennzeichnet ist. Hieraus ergibt sich eine Kraft senkrecht zur Strömungsrichtung, die sich mit dem Widerstand oder Rücktrieb zu einer schräg aufwärts gerichteten Resultierenden, dem tatsächlichen Quertrieb zusammensetzt. Daß die Wirkung des Quer-

triebs durch entsprechende Versuche zu demonstrieren ist, an denen kein Mangel besteht, dürfte ebenso selbstverständlich sein wie ein Hinweis auf die Ursache der Untersuchungen von Magnus über diesen Gegenstand<sup>51</sup> und die Anwendung des Quertriebs beim Rotorschiff.<sup>52</sup>

Einen tieferen Einblick in die Strömungsverhältnisse in der Umgebung des Rotors und ebenso der Tragfläche gewinnt man allerdings erst durch Einführung des Begriffes der Zirkulation. Hierbei müßte zunächst ausgeführt werden, daß man als Maß für die Stärke der Zirkulation das Produkt aus der Länge einer den Wirbel umfassenden geschlossenen Linie und dem Mittelwert der in die Richtung dieses Weges fallenden Geschwindigkeitskomponenten ansieht. Man müßte ferner mitteilen, daß dieses Produkt von dem Durchmesser der geschlossenen Linie, die man z. B. als Kreis wählen kann, unabhängig ist, und daß die Zirkulation sich im Falle einer reibungsfreien Flüssigkeit zeitlich nicht ändert. Hiernach wäre die Entstehung einer Wirbelbewegung zu betrachten und zu zeigen, daß dabei gleichviel positive und negative Zirkulation entstehen muß. Auf diese Weise käme man über den Anfahrwirbel (Abb. 24) zu dem Ergebnis, daß um den Körper, hinter dem ein solcher Wirbel weggeht, notwendig selbst eine gleich große, aber entgegengesetzte Zirkulation entstehen muß. Diese ergibt dann durch Überlagerung über die Strömungsgeschwindigkeit die Strömungsbilder Abb. 9 und 18, womit gemäß der Gleichung von Bernoulli der Druckunterschied, d. h. die Entstehung von Auftrieb bzw. Quertrieb, erklärt ist.

Es darf nicht verkannt werden, daß eine solche Kette von Überlegungen erhebliche Anforderungen an das Fassungsvermögen der Schüler stellt, und es erscheint daher zweifelhaft, ob man im normalen Klassenunterricht hierauf wird eingehen können. Andernfalls dürfte kaum etwas anderes übrig bleiben, als die Strömungsbilder als fertige Ergebnisse der Forschung zu übernehmen und aus ihnen die bekannten Folgerungen zu ziehen.

## 6. Die am Tragflügel wirkenden Kräfte

Beim Tragflügel liegen insofern ähnliche Verhältnisse vor wie beim Rotor, als auch hier planmäßig angestrebt wird, eine Luftkraft zu erhalten, die einen möglichst großen Winkel mit der Strömungsrichtung bildet. Dazu gehört, daß der unvermeidbare Widerstand in der Strömungsrichtung, der Widerstand  $W$ , möglichst klein, die zur Strömungsrichtung senkrechte Komponente, der dynamische Auftrieb  $A$ , möglichst groß wird. (Vgl. Abb. 6.) Man wird hierbei auf die bahnbrechenden Arbeiten von Otto Lilienthal verweisen, der, angeregt durch das Studium des Vogelflugs, an seinem Rundlauf eine große Zahl verschieden gekrümmter Flächen untersuchte und die leicht nach unten gewölbte und gegen die Strömung schwach geneigte Fläche als diejenige er-

<sup>51</sup> Grimsehl-Tomaschek, Lehrbuch der Physik, 7. Aufl. Band I, S. 377.

<sup>52</sup> Vgl. Akeret, Das Rotorschiff und seine physikalischen Grundlagen.

kannte, die den größten Auftrieb liefert.<sup>53</sup> Diese Erfahrungstatsache in Verbindung mit der Kenntnis des geringen Luftwiderstandes eines Stromlinienkörpers läßt dann als geniale Kombination wissenschaftlicher und technischer Arbeit das Flügelprofil entstehen, dessen wesentliche Eigenschaften die Abrundung auf der der Strömung zugewandten Seite und das allmähliche Zulaufen zu einer Spitze auf der Rückseite sind. Von Interesse ist noch, daß die erwähnte Wölbung der Unterseite bei zahlreichen Profilen ohne Nachteil aufgegeben werden konnte, so daß Tragflügel, die unten eben oder sogar schwach konver gewölbt sind, vielfach Verwendung finden (Abb. 1).<sup>54</sup>

Bei der Untersuchung der am Flügel wirkenden Kräfte ist zunächst festzustellen, daß Auftrieb und Widerstand durch die Neigung zur Strömungsrichtung, den Anstellwinkel, bedingt sind. Unter Anstellwinkel ist dabei der Winkel zu verstehen, den die Sehne des Profilsbogens bzw. die untere Profilkante mit der Strömungsrichtung bilden. Es wird nützlich sein, schon hier darauf hinzuweisen, daß die Strömungsrichtung nur beim horizontalen Flug mit der Waagerechten übereinstimmt, beim Steig- oder Gleitflug aber gegen diese geneigt ist.

Andererseits ist einleuchtend, daß die Luftkraft und ebenso ihre Komponenten, Auftrieb und Widerstand, in derselben Weise von der Dichte  $\rho$  der Luft, der Größe der Tragfläche  $F$  und der Geschwindigkeit  $v$  abhängen werden wie der Luftwiderstand der oben betrachteten Körper, eine Annahme, deren Übereinstimmung mit der Erfahrung innerhalb der dort angegebenen Geschwindigkeitsgrenzen durchaus befriedigend bestätigt worden ist. Es lassen sich demgemäß für Auftrieb und Widerstand die Formeln ansehen:

$$A = c_a \cdot \frac{\rho}{2} \cdot F \cdot v^2 \quad \text{und} \quad W = c_w \cdot \frac{\rho}{2} \cdot F \cdot v^2$$

Dabei ist zu bemerken, daß  $F$  hier nicht die Größe der Stirnfläche bedeutet wie in der vorangegangenen Betrachtung über den Luftwiderstand, sondern die Größe der Tragfläche selber.  $c_a$  und  $c_w$  sind die Beiwerte des Auftriebs und Widerstandes.  $c_a$  und  $c_w$  haben daher hier eine etwas andere Bedeutung als der Beiwert  $c$  in der Formel für  $W$  auf S. 135.

Wird wiederum der Staudruck  $q = \frac{\rho}{2} v^2$  eingeführt, so ergibt sich das entsprechende Formelpaar:

$$A = c_a \cdot F \cdot q \quad \text{und} \quad W = c_w \cdot F \cdot q$$

Da Auftrieb und Widerstand vom Anstellwinkel  $\alpha$  abhängig sind, so sind dies auch die Beiwerte. Das zur Lösung stehende Problem heißt daher: In welcher Weise hängen Auftrieb und Widerstand und demgemäß auch Auftriebs- und Widerstandsbeiwert vom Anstellwinkel ab?

Zur Beantwortung dieser Frage wird ein Tragflügelmodell in den Luftstrom des Windkanals gebracht und die Strömungsgeschwindigkeit durch Messung des Staudruckes bestimmt. Dann werden die zu jedem Anstellwinkel gehörenden Werte des Auftriebs und Widerstandes gemessen, was je nach der Einrichtung des Meßgerätes

<sup>53</sup> D. Lilienthal, Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst.

<sup>54</sup> Vgl. Prandtl, Ergebnisse der Aerodynamischen Versuchsanstalt zu Göttingen I.



gleichzeitig oder nacheinander erfolgen kann (Zweifkomponentenwaage). Die Ergebnisse werden dann in zwei Diagrammen zusammengestellt, wobei auf der waagerechten Achse der Anstellwinkel, in der senkrechten Richtung zunächst die Größe von Auftrieb und Widerstand aufzutragen sind. Die Linien lassen erkennen, daß, wie nicht anders zu erwarten, der Widerstand mit dem Anstellwinkel dauernd wächst und seinen größten Wert für  $\alpha = 90^\circ$  erreicht, d. h. dann, wenn der Flügel quer zur Strömung steht, daß dagegen der Auftrieb nur bis etwa  $15^\circ$  anwächst und nach Erreichung dieses Höchstwertes wieder abnimmt. Bemerkenswert ist, daß auch für negative Anstellwinkel bis etwa  $-4^\circ$  noch ein Auftrieb vorhanden ist.

Dem Schüler wird nun einleuchten, daß es zur Kennzeichnung der Eigenschaften eines Profils nicht zweckmäßig ist, die von der Flächengröße  $F$ , der Geschwindigkeit  $v$  und der Luftdichte  $\rho$  abhängigen Auftriebs- und Widerstandswerte selber einzutragen, sondern daß man dazu besser die von diesen Einflüssen praktisch unabhängigen *Beiwerte* benutzt. Im übrigen ist festzustellen, daß diese Umrechnung lediglich eine Veränderung des Maßstabes in der Senkrechten bedingt, und daß die Kurven für  $c_a$  und  $c_w$  denen für  $A$  und  $W$  selber ähnlich sein müssen.

In der Flugtechnik ist statt dieser den physikalischen Bedürfnissen völlig genügenden Darstellung das Polar diagramm üblich geworden, kurz Polare genannt (Abb. 19), das bereits von Lilienthal angewandt worden ist. Im Polar diagramm ist die zu einem Anstellwinkel  $\alpha$  gehörige Widerstandszahl  $C_w = 100 \cdot c_w$  auf der waagerechten Achse, die zugehörige Auftriebszahl  $C_a = 100 \cdot c_a$  in der Senkrechten aufgetragen. An dem durch beide bestimmten Punkt ist die Größe des Anstellwinkels angegeben. Durch Verbindung aller dieser Punkte entsteht eine Kennlinie, die nun umgekehrt gestattet, die zu jedem Anstellwinkel gehörenden Werte von  $C_a$  und  $C_w$  abzulesen. Da  $C_w$  klein gegenüber  $C_a$  ist, wird nach dem Vorgang von Eiffel für  $C_w$  der fünffache Maßstab gewählt; die Polare ist also verzerrt. Für gewöhnlich werden die Werte von  $C_a$  und  $C_w$  auch noch für negative Anstellwinkel untersucht, wobei  $C_a$  und somit der Auftrieb selber auch negativ werden kann. Die Polare setzt sich also nach rechts unten fort. Die Bedeutung der gestrichelten Linie ist auf Seite 145 behandelt.

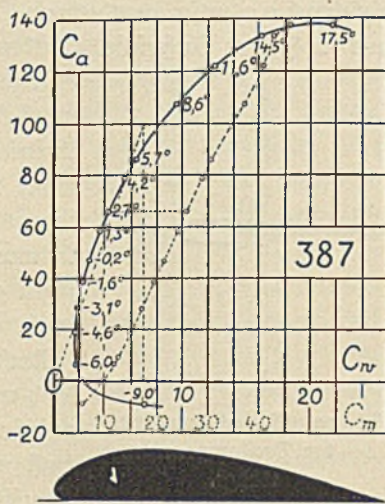


Abb. 19. Polare des Göttinger Profils Nr. 387 für Eindecker

Nus: Rosenbergs-Hauschulz, Lehrbuch der Physik, G. Freytag.

Un die Betrachtung eines solchen Polar diagramms lassen sich nun in ähnlicher Weise wie beim Luftwiderstand Berechnungen des Auftriebs und Widerstandes an-

schließen.<sup>55</sup> Durch Division der zusammengehörenden Werte von  $c_w$  und  $c_a$  ergibt sich ferner die Gleitzahl  $\varepsilon = W/A = C_w/C_a$ , deren Bedeutung bereits im Einführungslehrgang behandelt worden ist (vgl. S. 119). Sie stellt sich als Tangens des Gleitwinkels  $\beta$  dar. Hier ist zu bemerken, daß man  $\varepsilon = W/A$  auch graphisch ermitteln kann. Legt man nämlich von O aus durch den betreffenden Punkt der Polaren, z. B.  $\alpha = 4,2^\circ$ , eine Gerade und fällt von ihrem Schnittpunkt mit der durch den Punkt 100 gezogenen Waagerechten das Lot, so entsteht ein rechtwinkliges Dreieck, dessen Katheten den Wertwerten  $C_w$  und  $C_a$  proportional sind. Die waagerechte Kathete gibt daher das Verhältnis  $C_w/C_a$  in Prozenten an. Für  $\alpha = 4,2^\circ$  ist  $\varepsilon$  annähernd gleich 0,07.

Eine Angabe über die Größe der günstigsten Gleitzahlen wird an dieser Stelle für den Schüler wertvoll sein. Bei den Tragflügeln der ersten Flugzeuge betrug diese noch 0,2 entsprechend einem Gleitwinkel  $\beta = 11^\circ$ , d. h. der Widerstand betrug noch 20% des Auftriebs. Seitdem ist es durch planmäßige Arbeit gelungen, die Gleitzahl eines Tragflügels bis unter 0,06 ( $\beta = 4^\circ$ ) herabzudrücken, so daß der Widerstand weniger als 6% des Auftriebs ausmacht.<sup>56</sup> Daß die Gleitzahl für das gesamte Flugzeug wesentlich ungünstiger sein muß, geht daraus hervor, daß der Rücktrieb durch den Rumpf, Leitwerk usw. stark vergrößert wird, der Auftrieb dagegen gar keinen oder einen höchst unbedeutenden Zuwachs erfährt.

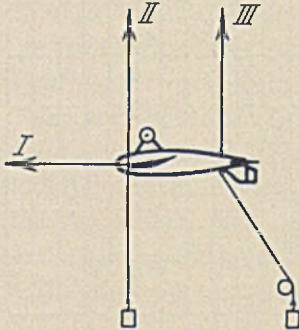


Abb. 20. Versuchsanordnung bei der Dreikomponentenwaage.

Aus: Brandtl, Abriß der Strömungslehre. Wie weg & Sohn.

Nach den Feststellungen über die Größe von Auftrieb und Widerstand bedarf die Frage nach dem Angriffspunkt der Luftkraft einer Klärung. Hier muß zunächst festgestellt werden, daß es einen solchen Angriffspunkt in demselben Sinne, wie ihn der Schwerpunkt jedes Körpers, also auch des Flugzeugs, darstellt, gar nicht gibt. Der Schwerpunkt verdankt ja seine unveränderliche Lage dem Umstand, daß die auf die einzelnen Teile des Flugzeugs wirkenden Gewichtskräfte stets einander parallel sind und dieselbe Größe besitzen, welche Lage das Flugzeug auch annehmen mag. Für die Luftkräfte an den einzelnen Teilen des Flügels trifft dies aber im allgemeinen keineswegs zu. Man kann daher nur von einer Wirkungslinie der Luftkraft sprechen, und die Annahme eines Druckmittelpunktes, der bei der Zerlegung der Luftkraft in ihre Komponenten als Ausgangspunkt der Kraftpfeile zugrunde gelegt ist (vgl. Abb. 6), ist völlig willkürlich. Allerdings hat man es durch passende Wahl von Profilen erreicht, daß die Wirkungslinien der Luftkräfte sich bei verschiedenen Anstellwinkeln in einem Punkte schneiden. Man spricht dann von „druckpunktfesten Profilen“.<sup>57</sup>

<sup>55</sup> Vgl. Pfister, Grundlagen der Fluglehre I, S. 66 ff.

<sup>56</sup> Vgl. von Mises, Fluglehre, 4. Aufl., S. 52.

<sup>57</sup> Vgl. von Mises, Fluglehre, 4. Aufl., S. 262.

Unter diesen Umständen muß man sich damit begnügen, das Moment der Luftkraft um eine beliebige, zum Profil senkrechte Achse zu ermitteln. Man wählt hierzu die Vorderkante des Flügels und ermittelt durch Messung im Windkanal für die verschiedenen Anstellwinkel dieses Moment, die sog. dritte Komponente. Abb. 20 zeigt nach Prandtl<sup>58</sup> eine zur Messung von Auftrieb, Rücktrieb und Moment der Luftkraft dienende Anordnung, eine sog. Dreikomponentenwaage. Das Flugzeugmodell ist an den Drähten II und III aufgehängt und zwar umgekehrt, so daß der Auftrieb nach unten wirkt. Die Summe der an II und III abwärts wirkenden Kräfte ergibt daher den Auftrieb, ihr Verhältnis das Moment der Luftkraft. Die Kräfte werden, ebenso wie der durch den waagerechten Draht I übertragene Widerstand, durch Waagen gemessen, an deren einem Balken die Drähte befestigt sind. Die Drähte I, II und III werden durch die beiden vorn und hinten am Modell angehängten Gewichte passend gespannt. Die Beobachtung wird nun in der Weise ausgeführt, daß zunächst bei ruhender Luft alle drei Waagen ins Gleichgewicht gebracht und dann nach dem Einstellen des Luftstroms die auftretenden Zugkräfte abgewogen werden.

Aus dem Moment der Luftkraft im Bezug auf die Vorderkante läßt sich die Lage des Schnittpunktes dieser Kraft mit der Sehne des Profils ermitteln. Der Abstand e dieses willkürlich angenommenen Druckmittelpunktes von der Vorderkante kann nun in gleicher Weise wie A und W als Funktion des Anstellwinkels in ein Koordinatensystem eingetragen werden. Das entstehende Diagramm läßt dann die Wanderung des Druckmittels erkennen. Statt dessen trägt man im Polardiagramm auf der durch die einzelnen Punkte (Anstellwinkel) gezogenen Waagerechten den Wert einer willkürlich gebildeten Größe  $c_m = c_a \cdot e/t$  auf, die man als Momentzahl bezeichnet, und verbindet die erhaltenen Punkte durch eine gestrichelte Linie. t bedeutet hierbei die Flügeltiefe. Daher gibt e/t den Abstand des Druckmittels von der Vorderkante als Bruchteil der Flügeltiefe an. Da  $c_m/c_a = e/t$  ist, so erhält man aus dem Polardiagramm durch Division der willkürlichen Momentzahl durch die Auftriebszahl für jeden Anstellwinkel das die Lage des Druckmittels bezeichnende Verhältnis e/t.

Es leuchtet nun ein, daß man aus dem Polardiagramm die charakteristischen Eigenschaften eines Profils ablesen kann, ähnlich wie man die Eigenschaften einer Wärmekraftmaschine oder einer Elektronenröhre nach ihren Kennlinien beurteilt. Wenn z. B. das Diagramm eines Profils besonders nahe an die senkrechte Achse heranrückt, so bedeutet dies, daß bei dem betreffenden Anstellwinkel der Rücktrieb der Tragfläche besonders klein ist. Das Profil wird demnach zur Erzielung großer Geschwindigkeiten geeignet sein. Große Steigfähigkeit werden Tragflächen aufweisen, deren Profil einen besonders hohen  $c_a$ -Wert erreicht.

## 7. Die Strömungsvorgänge an der Tragfläche

Die Frage nach der Entstehung der Luftkraft ist bereits in dem Einführungslehrgang dahin beantwortet worden, daß auf der Unterseite der Fläche ein Überdruck

<sup>58</sup> Prandtl, Abriß der Strömungslehre, S. 176.

wirkt, hervorgerufen durch eine Stauung der Luft, während auf der Oberseite ein Unterdruck herrscht, der den Hauptanteil der Luftkraft liefert. Dementsprechend zeigt das Stromlinienbild eine Ausbiegung der Strömungslinien aufwärts, die sich oberhalb der Tragfläche stark zusammendrängen. Unterhalb dagegen biegen sich die Stromlinien auseinander, ein Zeichen für die dort eingetretene Drucksteigerung (vgl. Abb. 9).

Man wird diese Erklärung nun dadurch vertiefen, daß man untersucht, welchen Anteil die einzelnen Flächenelemente zur Entstehung der Druckkräfte beitragen. Diese Aufgabe ist vor allem durch Prandtl<sup>59</sup> gelöst worden, der an verschiedenen Stellen des Profils enge Bohrungen von 0,7 mm Durchmesser anbrachte, die durch eine innerhalb der Tragfläche verlaufende Schlauchleitung zu einem Mikromanometer führen.

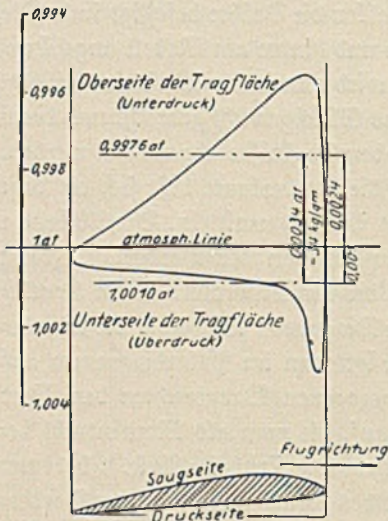


Abb. 21. Druckverteilung über die Tiefe des Flügelprofils.

Aus: von Mises, Fluglehre. Jul. Springer.

Daß die einzelnen Druckkräfte senkrecht zu den zugehörigen Flächenelementen stehen und somit, besonders an der vorderen Rundung des Flügels, stark von der Richtung des Lotes auf der Flügelsehne abweichen.

Weitere Untersuchungen haben ferner ergeben, daß die mittleren Drücke und somit auch die Tragkraft der Flügel vom Rumpf nach den Spitzen zu abnehmen. Da somit der Überdruck auf der Unterseite seitlich geringer wird, muß unterhalb des Flügels eine zusätzliche Seitenströmung der Luft auftreten, die um die Flügelenden seitlich herum biegt und auf der Oberseite die entgegengesetzte Richtung nach innen annimmt. Obwohl die Geschwindigkeit dieser Strömung gegenüber der Hauptströmung in Richtung der Flugzeugachse klein ist, gibt sie doch Anlaß zur Entstehung der Randwirbel, die so eine höchst einleuchtende Erklärung finden.

Von Interesse ist die Wirkung, die durch das Anbringen von senkrechten Endscheiben an den Flügelenden hervorgebracht wird. Durch diese wird das seitliche Ab-

<sup>59</sup> Prandtl, Ergebnisse der aerodynamischen Versuchsanstalt in Göttingen II.

Derartige Messungen lassen sich, wenn auch im beschränkten Maße, im Klassenunterricht mittels des Windkanals ohne allzu großen Zeitverlust unschwer ausführen. Trägt man auf der waagerechten Achse eines Koordinatenkreuzes die Sehne des Profils auf, in der Senkrechten die gefundenen Druckwerte, so ergibt sich ein anschauliches Bild der Druckverteilung (Abb. 21). Dabei sind die Werte des Unterdrucks nach oben, die des Überdrucks nach unten gezeichnet. Die Abbildung läßt erkennen, daß der durchschnittliche Unterdruck und somit auch der Gesamtbeitrag des Unterdrucks zur Luftkraft etwa das Zweieinhalbfache von dem des Überdrucks auf der Unterseite beträgt. Für die maximalen Werte gilt dies dagegen keineswegs. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen,

strömen der Luft von der Unter- auf die Oberseite des Flügels verhindert. Statt des einen Wirbels treten daher an jedem Ende deren zwei auf, die übereinander liegen. Aber die Geschwindigkeit der Luftteilchen ist in diesen nur etwa halb so groß wie bei dem einen Wirbel ohne Endscheiben. Infolgedessen beträgt die Bewegungsenergie der Luft in einem dieser Wirbel nur ein Viertel, in beiden zusammen nur die Hälfte von derjenigen des Einzelwirbels. Entsprechend vermindert sich der Luftwiderstand.<sup>60</sup> Dieselbe Wirkung wird übrigens beim Doppeldecker erzielt, der gewissermaßen durch Aufteilung einer Tragfläche in zwei von halber Flügellänge entsteht.

Im Lehrgang der Unterstufe ist bereits darauf hingewiesen worden, daß die der Form des Profils sich anschmiegende, gesunde Strömung an der Oberseite abreißt, wenn der Flügel zu steil aufgerichtet, die Steuerung überzogen wird. In den Raum zwischen der äußeren Strömung und der Oberseite des Flügels bildet sich ein mit Wirbeln erfüllter Raum, der zu einem starken Absinken des Auftriebs Anlaß gibt. Diese Erscheinung findet nun durch Betrachtung der Prandtl'schen Grenzschicht in ähnlicher Weise ihre Erklärung wie die Wirbelbildung hinter umströmten Körpern (vgl. S. 139). Die Stromlinien rücken nämlich bei größerem Anstellwinkel weiter von der Oberseite ab, so daß ein stärkerer Druckanstieg erfolgt, der die Grenzschicht so weit bremst, daß sie rückläufig wird. Durch Ansammlung weiterer Luftmassen in dem entstehenden Raum wird dann die äußere Strömung vom Flügel abgehoben.

Diese Auffassung liefert gleichzeitig den Schlüssel zum Verständnis von Einrichtungen, die dazu dienen, das Abreißen der Strömung zu verhindern oder hinauszuschieben. Ein Mittel hierzu besteht darin, daß man durch Schlitze oder andere Öffnungen die sich ansammelnde gebremste Luft nach dem Innern des Flügels absaugt.<sup>61</sup> Hierdurch, sowie durch die Druckerniedrigung in der Nähe der Öffnung, wird das Abreißen der Strömung verhindert, und der Flügel kann bis zu einem wesentlich höheren Anstellwinkel aufgerichtet werden, ehe die Strömung abreißt. In der Praxis ist dieser Gedanke allerdings aus technischen Gründen noch nicht verwirklicht worden.

Dieselbe Wirkung wird auf anderem Wege durch den Schlitzflügel von Lachmann und Handley-Page erreicht, der inzwischen starke Verbreitung gefunden hat (Abb. 22). Hier strömt Luft durch einen im vorderen Teil des Flügels angebrachten Schlitz infolge des herrschenden Überdrucks von unten nach der Oberseite des Flügels. Der Schlitz ist nun so geformt, daß diese Luftströmung sich glatt an die Oberseite des

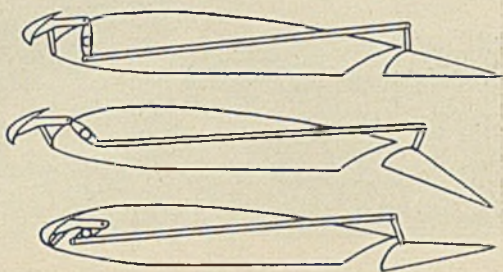


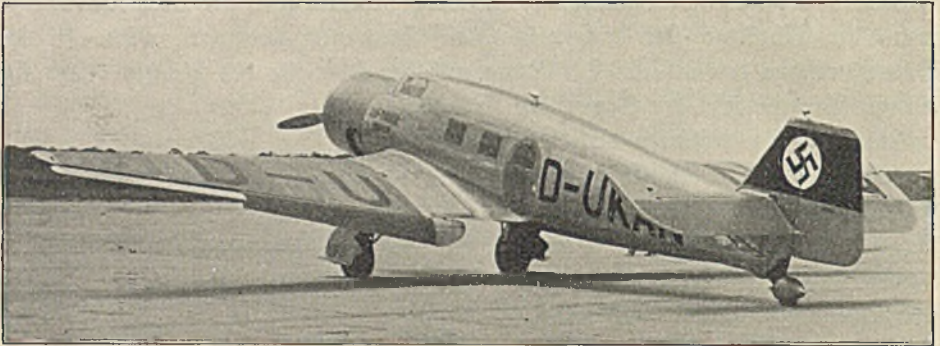
Abb. 22. Schlitzflügel von Lachmann und Handley-Page mit Endklappen.

Aus: Pfister-Porger, Grundlagen der Fluglehre II.

<sup>60</sup> Vgl. Prandtl-Beß, Ergebnisse der Aerodynamischen Versuchsanstalt in Göttingen III, S. 17.

<sup>61</sup> Vgl. Pfister-Porger, Grundlagen der Fluglehre II, S. 10.

Profils anlegt. Hierdurch wird der Grenzschicht weitere Bewegungsenergie zugeführt, wodurch das vorzeitige Abreißen der Strömung verhindert wird.<sup>62</sup> Naturgemäß ist dieses Abströmen von Luft durch den Flügel mit einem Verlust an Auftrieb verbunden. Demgemäß wird der Schütz beim gewöhnlichen Flug in der Waagerechten geschlossen und nur dann geöffnet, wenn zum Zwecke des Landens die Geschwindigkeit des Flugzeugs durch Vergrößerung des Anstellwinkels herabgesetzt werden soll. Hierbei kann das Flugzeug wesentlich steiler aufgerichtet werden als sonst, ohne daß die Gefahr des Überziehens in Gestalt einer plötzlichen Abnahme des Auftriebs eintritt.



Junkers-Flugzeugwerke N.-G.

Abb. 23. Junkers-Schnellflugzeug „Ju 160“. Am linken Tragflügel ist außen das Querruder, innen die Endklappe sichtbar.

Demselben Zweck dienen die heute stark verbreiteten Endklappen, mit denen unter anderem die Junkers-Flugzeuge Ju 160 (Abb. 23) ausgerüstet sind. Sie bestehen gewissermaßen in einer Fortsetzung der Querruderklappen nach dem Rumpf des Flugzeugs hin, können aber im Gegensatz zu diesen beide im gleichen Sinne, und zwar abwärts gestellt werden. Hierdurch wird der Rücktrieb des Flugzeugs stark vermehrt, also ein zum Landen günstiger Zustand erreicht, ohne daß der Auftrieb hierbei sinkt. Dieser erfährt bei passender Einstellung im Gegenteil noch eine Erhöhung. Beide Einrichtungen, Spaltflügel und Endklappen, werden also beim Landen benutzt und dienen der erwünschten Verminderung der Flugzeuggeschwindigkeit, ohne daß der Auftrieb unzulässig abnimmt. Sie haben also den Zweck, eine sichere Landung herbeizuführen (vgl. Abb. 22).

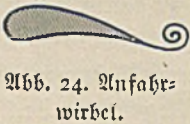


Abb. 24. Anfahrwirbel.

Aus: Prandtl, Abriß der Strömungslehre. Vieweg & Sohn.

In diesem Zusammenhang wird es sich empfehlen, auf die Vorgänge bei der Entstehung der Strömung um den Flügel kurz einzugehen. Hierbei bildet sich vorübergehend an der Hinterkante ein Wirbel aus, der sog. Anfahrwirbel (Abb. 24), der sich an einem Strömungsgerät an der Bewegung der eingebrachten Körperchen sehr gut beobachten läßt. Die Flüssigkeit strömt dabei zunächst von der Unterseite des Flügels nach oben.

<sup>62</sup> Vgl. Prandtl, Abriß der Strömungslehre, S. 100, und Schütt, Einführung, 3. Aufl. S. 92 f.

Dieser Wirbel treibt dann ab, und es stellt sich das oben gekennzeichnete Strömungsbild (Abb. 9) ein.<sup>63</sup>

### 8. Das Triebwerk

Über die Antriebsvorrichtungen eines Motorflugzeuges hat sich in der Flugtechnik eine umfangreiche Literatur entwickelt. In der Tat stellen sie ja neben dem Tragflügel das wichtigste Organ des Flugzeuges dar. Die Behandlung dieses Gebietes im physikalischen Unterricht läßt sich demgegenüber auf wenige wesentliche Ausführungen beschränken.

Es darf angenommen werden, daß die Einrichtung des Verbrennungsmotors in der Wärmelehre behandelt worden ist. Der Schüler weiß, daß im Zylinder ein Gemisch von Luft und vernebeltem Treibstoff zur Entzündung gebracht wird, und daß der hierdurch auf den Kolben ausgeübte Druck das gewünschte Drehmoment auf die Welle ausübt. Die Erfahrung lehrt nun, daß bei geringerer Dichte der angesaugten Luft die Leistung des Motors zurückgeht. Demgemäß muß sich beim Aufsteigen des Flugzeuges in größere Höhen eine Abnahme der Motorleistung bemerkbar machen. Daß diese recht erheblich sein muß, geht schon daraus hervor, daß die Dichte der Luft in 5000 m Höhe um etwa 40% geringer ist als am Erdboden.<sup>63a</sup> Abb. 25 läßt erkennen, daß in 7000 m Höhe die Leistung der Motoren auf rund die Hälfte gesunken ist. Es ergibt sich daher die wichtige Aufgabe, den Bau des Motors dem Einfluß der Höhe anzupassen.

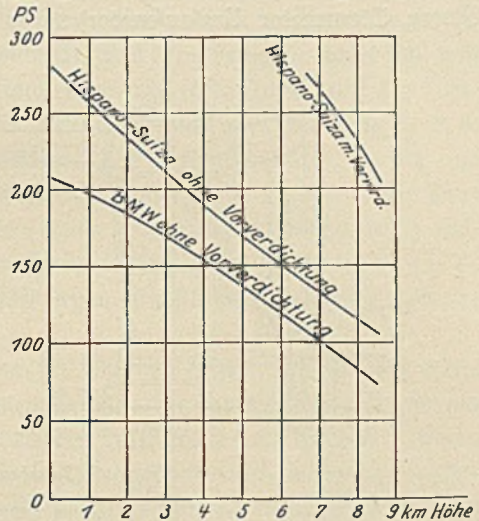


Abb. 25. Leistungsabnahme des Motors mit der Höhe.

Nus: von Mises, Fluglehre. J. u. L. Springer.

Dieses Ziel hat man einmal durch Vergrößerung des Zylinderinhalts zu erreichen gesucht. Man paßt diesen der niedrigeren Luftdichte an, die sich in den in Frage kommenden Höhen vorfindet, und kann dann in diesen Höhen den Motor voll ausnutzen. In geringeren Höhen darf dann natürlich nur mit gedrosseltem Motor gefahren werden.

Dieses Ziel hat man einmal durch Vergrößerung des Zylinderinhalts zu erreichen gesucht. Man paßt diesen der niedrigeren Luftdichte an, die sich in den in Frage kommenden Höhen vorfindet, und kann dann in diesen Höhen den Motor voll ausnutzen. In geringeren Höhen darf dann natürlich nur mit gedrosseltem Motor gefahren werden.

Das wichtigste Hilfsmittel für den Höhenflug ist indessen die Vorverdichtung.<sup>63b</sup> Anstatt die Abgase unmittelbar in die Atmosphäre zu leiten, läßt man sie eine Gasturbine betreiben, die unmittelbar mit einem Luftkompressor verbunden ist (Abb. 26). Durch diesen wird die angesaugte Luft von geringer Dichte auf Atmosphärendruck komprimiert, so daß der Zylinder unter denselben Bedingungen arbeitet wie in der

<sup>63</sup> Vgl. Pohl, Mechanik u. Akustik, S. 158.

<sup>63a</sup> Vgl. S. 218.

<sup>63b</sup> Vgl. S. 180.

Nähe der Erdoberfläche. Abb. 25 zeigt auch das Diagramm eines solchen Motors mit Vorverdichtung. Man erkennt, daß die Leistung des Motors hierdurch in großen Höhen etwa ebensogroß ist wie ohne Vorverdichtung in einer 6000 m geringeren Höhe. Da die angefaugte Luft sich bei der Kompression stark erwärmt, muß ihre Temperatur durch Einbau eines Zwischenkühlers herabgesetzt werden, um der Gefahr der Selbstentzündung des Gemisches zu begegnen.

Auf die verschiedenen Möglichkeiten der Zylinderanordnung (Standmotor, V-Motor, Sternmotor, Umlaufmotor) näher einzugehen, ist nicht Aufgabe des Physik-

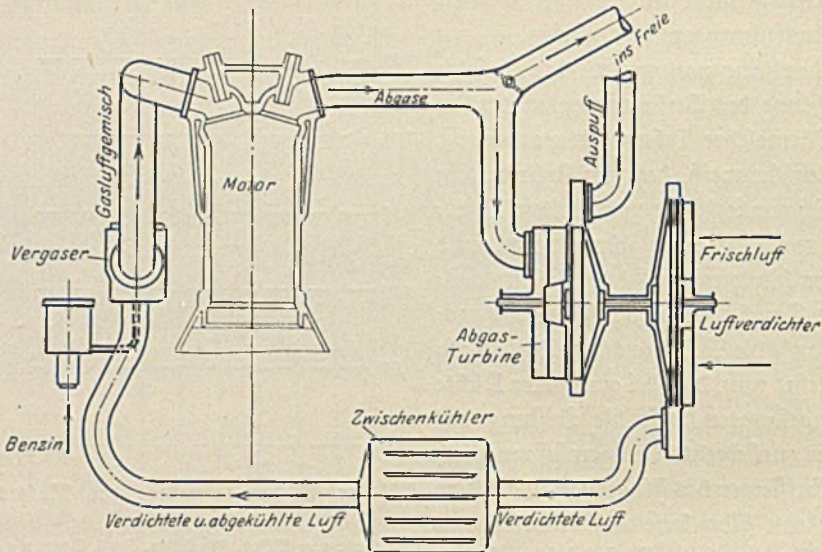


Abb. 26. Für den Höhenflug ist der Motor mit einem durch die Abgase betriebenen Kompressor ausgerüstet, der die Luft auf normale Dichte komprimiert. Zur Ableitung der Kompressionswärme ist ein Zwischenkühler eingebaut.

Aus: von Mises, Fluglehre. J. u. L. Springer.

unterrichts. Man wird höchstens noch darauf hinweisen, daß bei den beiden ersten Typen Wasserkühlung, bei den letzteren im Hinblick auf ihre gleichmäßige Anordnung im Luftstrom Luftkühlung angewandt wird. Dies ergibt für die letzteren Motoren eine erhebliche Gewichtsersparnis, die ihre Verbreitung stark gefördert hat. Da die Luftkühlung des viel verwendeten Sternmotors eine erhebliche Vermehrung des Luftwiderstandes hervorruft, ist man mit Erfolg bestrebt gewesen, die Stromlinienform des Rumpfes möglichst zu erhalten und trotzdem dem Motor den erforderlichen Strom von Kühlluft zuzuführen. Man erreicht dies dadurch, daß man den Motor mit einer Ringhaube umgibt (vgl. Abb. 2). Die Geschwindigkeit des Flugzeugs wird hierdurch bis zu 15% erhöht. Von Interesse ist endlich, daß man heute — vor allem in Deutschland — auch den Dieselmotor mit gutem Erfolg als Flugzeugmotor verwendet.



Bei der Behandlung der Luftschraube kommt es darauf an, dem Schüler begreiflich zu machen, daß bei der kreisförmigen Bewegung des Schraubenblattes durch die Luft im wesentlichen dieselben Verhältnisse vorliegen wie bei der geradlinigen Bewegung des Tragflügels. Die Übereinstimmung wird besonders deutlich hervortreten, wenn man sich die Schraubenachse zunächst senkrecht denkt. In beiden Fällen entsteht dann eine Luftkraft, deren Komponenten Auftrieb und Widerstand sind. Der in die Achsenrichtung fallende dynamische Auftrieb wirkt bei der Luftschraube als Zugkraft, während der Widerstand das Widerstandsmoment der Luftschraube liefert, das dem Drehmoment des Motors entgegenwirkt. Aus dem Gesagten ergibt sich, daß zur möglichsten Herabsetzung des Widerstandsmoments jeder Querschnitt der Luftschraube ein ähnliches Stromlinienprofil aufweisen muß wie der Flügel, d. h. in der Richtung der Drehung ist das Schraubenblatt stark abgerundet, an der entgegengesetzten Seite, wo die Luftströmung abfließt, zugespitzt. Da ferner das Propellerblatt einen schmalen Ausschnitt aus einer Schraubenfläche darstellt, sind die einzelnen Profile des Blattes um so stärker aufgerichtet, haben einen um so größeren Anstellwinkel, je näher sie der Achse liegen. Die Fläche des Blattes erscheint daher in sich verwunden.

Diese Feststellungen werden genügen, um die Wirkung der Luftschraube als Sonderfall der für den Tragflügel gewonnenen Erkenntnisse darzustellen. Ein näheres Eingehen auf die recht komplizierte Theorie der Luftschraube dürfte den Rahmen dieses Lehrgangs übersteigen, kann aber in einer Arbeitsgemeinschaft zu recht fruchtbaren Untersuchungen Anlaß geben. Dagegen erscheint zum Abschluß dieser Ausführungen eine kurze Energiebetrachtung angebracht: Die von dem Motor auf die Luftschraube übertragene Energie wird nicht restlos zur Fortbewegung des Flugzeugs verwandt. Ein Teil dieser Energie wird vielmehr dazu verbraucht, der der Schraube zuströmenden Luft eine Beschleunigung entgegen der Fahrtrichtung zu erteilen. Es kommt nun bei der Konstruktion der Luftschraube darauf an, diesen Anteil möglichst herabzusetzen. Dies ist heute so weit gelungen, daß im günstigsten Falle etwa 80% der Motorleistung zur Fortbewegung des Flugzeugs verwandt werden. Diesen Anteil bezeichnet man als Wirkungsgrad der Luftschraube.

Es leuchtet ein, daß der Wirkungsgrad einer Luftschraube von der Tourenzahl abhängt, und daß der günstigste Wirkungsgrad nur bei einer bestimmten Umlaufgeschwindigkeit erreicht wird. Um bei allen Umlaufgeschwindigkeiten einen möglichst hohen Wirkungsgrad zu erzielen, ist man dazu übergegangen, die einzelnen Schraubenblätter um ihre Achse drehbar anzuordnen, so daß man vor dem Fluge oder auch während des Fluges den Anstellwinkel des Blattes verändern kann.

## 9. Steuerung und Flugzustände

Über die Wirkung der Ruderorgane ist das zum Verständnis Notwendige bereits früher erörtert worden (vgl. S. 123). Aufgabe des weiterführenden Lehrgangs kann daher nur sein, die dort gewonnenen Kenntnisse aufzufrischen und zu vertiefen. Die

Ruderorgane sollen eine Drehung des Flugzeugs um die durch seinen Schwerpunkt gehenden, zueinander senkrechten Hauptachsen bewirken, und zwar soll das Seitenruder das Flugzeug um die Hochachse, das Höhenruder um die Querachse, das Querruder um die Längsachse drehen. Die Kenntnis der Lage des Schwerpunktes ist hierfür, sowie für zahlreiche weitere Betrachtungen wichtig.

Die praktische Bestimmung des Schwerpunktes gründet sich auf die Anwendung des Satzes der Statik, daß die Resultierende zweier parallelen Kräfte die Verbindungslinie ihrer Angriffspunkte

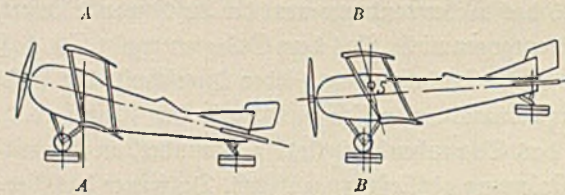


Abb. 27. Bestimmung des Schwerpunktes eines Flugzeugs durch Auswägen.

Aus: von Mises, Fluglehre. J u l. Springer.

in umgekehrten Verhältnis der Kräfte teilt. Das Flugzeug wird hierzu zunächst in waagerechter Stellung auf zwei Waagen gesetzt (Abb. 27), welche die an den Rädern bzw. am Sporn wirkenden Druckkräfte anzeigen. Aus dem Verhältnis dieser

Druckkräfte ergibt sich dann die Lage der Schwerlinie AA. Sodann wird das Flugzeug um die Querachse gedreht, und zwar so, daß der Sporn eine möglichst hohe Lage erhält. Die Messung der Druckkräfte ergibt dann die zweite Schwerlinie BB

und somit die Lage des Schwerpunktes S. Damit ist in dem Kräfteplan Abb. 28 der Angriffspunkt des Flugzeuggewichts G festgelegt.<sup>64</sup>

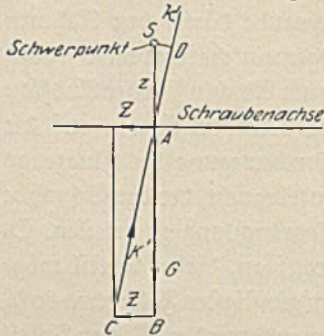


Abb. 28. Angriffslinien der beim Flug in der Waagerechten wirkenden Kräfte.

Aus: von Mises, Fluglehre. J u l. Springer.

Daß die zweite auf das Flugzeug wirkende Kraft, die Luftkraft, keinen festen Angriffspunkt besitzt, wurde bereits früher ausgeführt (vgl. S. 144). Dabei ist zu beachten, daß nicht nur auf den Tragflügel eine Luftkraft ausgeübt wird, sondern daß auch auf die sonstigen Teile des Flugzeugs, Rumpf, Leitwerk, Kühler, Verspannung usw., Kräfte wirken, die in ihrer Gesamtheit den schädlichen Widerstand darstellen. Beide ergeben zusammen eine Resultierende, die Gesamtluftkraft  $K'$ , die infolge Hinzukommens des schädlichen Widerstandes stärker nach rückwärts gegen die

Längsachse geneigt ist als die auf die Tragfläche wirkende Luftkraft. Ihre Wirkungslinie geht im allgemeinen nicht durch den Schwerpunkt.

Die dritte Kraft ist die Zugkraft Z der Luftschraube. Ihre Achse liegt der Längsachse des Flugzeugs parallel, geht aber im allgemeinen keineswegs durch den Schwerpunkt. Vielmehr soll der Schwerpunkt stets oberhalb der Wirkungslinie dieser Kraft liegen.

Im Falle des Gleichgewichts bei waagerechtem Fluge müssen die Wirkungslinien

<sup>64</sup> Vgl. von Mises, Fluglehre, 4. Aufl., S. 259.

der drei Kräfte, des Gewichts  $G$ , der Luftkraft  $K'$  und der Zugkraft  $Z$ , alle durch denselben Punkt  $A$  hindurchgehen. Die Zugkraft  $Z$  des Motors übt dabei in bezug auf die durch  $S$  gehende Querachse ein Drehmoment von der Größe  $Z \cdot z$  aus, würde also, allein vorhanden, ein Aufbäumen des Flugzeugs hervorrufen. Diesem Drehmoment hält das durch die Luftkraft  $K'$  erzeugte, entgegengesetzt wirkende Drehmoment  $K' \cdot k'$  das Gleichgewicht. Aus der Ähnlichkeit der beiden Dreiecke  $ABC$  und  $ADS$  folgt nämlich  $Z:K' = k':z$  oder  $Z \cdot z = K' \cdot k'$ .

Wird nun der Motor abgestellt oder versagt er, so fällt die Zugkraft  $Z$  und das von ihr ausgeübte Drehmoment  $Z \cdot z$  fort. Das durch die Luftkraft ausgeübte Drehmoment  $K' \cdot k'$  ruft daher eine Drehung des Flugzeugs um die Querachse im Gegenzeigersinn hervor.

Die Spitze des Flugzeugs senkt sich also infolge der Lage des Schwerpunkts oberhalb der Schraubenachse beim Abstellen oder Versagen des Motors, so daß das Flugzeug von selber in den Gleitflug übergeht. Ein Flugzeug kann daher auch beim Versagen des Höhenruders durch Drosseln des Motors oder Gasgeben in der richtigen Höhenlage gesteuert werden.

Es leuchtet ein, daß die so gekennzeichnete günstige Lage des Schwerpunkts, bei der die Wirkungslinien der drei Kräfte  $G$ ,  $K'$  und  $Z$  sich in einem Punkte schneiden, bei der wechselnden Belastung des Flugzeugs nicht immer erreicht wird. Verschiebt sich der Schwerpunkt  $S$  und somit auch  $A$  nach links, so bildet die Luftkraft  $K'$  mit der Resultierenden von  $G$  und  $Z$  ein Kräftepaar, welches die Spitze senkt. Das Flugzeug ist kopflastig geworden. Rückt umgekehrt  $S$  nach rechts, so sucht das entstehende Kräftepaar das Flugzeug aufzurichten; es ist schwanzlastig. In beiden Fällen kann durch entsprechende leichte Betätigung des Höhenruders die waagerechte Flugrichtung erhalten werden, d. h. beim kopflastigen Flugzeug muß der Pilot dauernd „ziehen“, um der Neigung des Flugzeugs, in die Gleitfluglage überzugehen, zu begegnen; umgekehrt muß er beim schwanzlastigen Flugzeug drücken. Diese dauernde Korrektur kann bei sehr vielen Flugzeugen auch durch eine entsprechende Einstellung der Höhenflosse herbeigeführt werden.

Die obigen Betrachtungen lassen erkennen, daß die Fluglehre uns für die sonst recht trockene Materie der Statik, insbesondere die Lehre vom Schwerpunkt, ganz ausgezeichnete und für den Schüler sicher interessante Beispiele liefert. Man kann diese natürlich auch aus dem Lehrgang der Fluglehre herausnehmen und sie bei Behandlung der angegebenen Gebiete sofort als Anwendungen bringen. Der Schüler wird für diese Belebung des Unterrichts sicher dankbar sein.

In diesem Zusammenhang möge noch kurz auf die Bedeutung der Flossen oder Stabilisierungsflächen eingegangen werden. Nehmen wir an, der Schwanz des Flugzeugs wird durch eine Bö plötzlich nach unten gedrückt, so daß es hängt. Dann wird die Höhenflosse in derselben Weise angeströmt wie ein Tragflügel. Außer dem auch sonst vorhandenen Widerstand entsteht daher jetzt ein dynamischer Auftrieb, der den Schwanz des Flugzeugs so lange hebt, bis die Längsachse

wieder die waagerechte Richtung eingenommen hat. In ähnlicher Weise wirkt die Höhenflosse, falls das Flugzeug um seine Hochachse gedreht wird, so daß die Längsachse nicht mehr mit der Flugrichtung übereinstimmt. Die Höhenflosse sorgt demnach für Kursstabilität.

Die richtige Lage des Flugzeugs in der Querrichtung, also beim Geradeausfliegen die waagerechte Lage, wird durch das Querruder erhalten. Es verhindert das seitliche Abrutschen über eine Tragfläche, indem es beim Eintreten einer Schräglage durch entgegengesetzte Einstellung der Klappen ein aufrichtendes Drehmoment hervorruft. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß auch für diese Drehungen des Flugzeugs um die Längsachse die Möglichkeit einer selbsttätig wirkenden Stabilisierung besteht. Diese kann allerdings nicht, wie beim Höhen- und Seitenruder, durch Anbringen entsprechender Flossen erreicht werden, sondern dadurch, daß man die Tragflächen nach den Seiten nicht waagerecht, sondern aufrecht schräg verlaufen läßt. Man spricht dann von einer V-Stellung der Flügel. Ein der Drehung um die Längsachse unmittelbar entgegengewirkendes Drehmoment wird hierdurch allerdings auch nicht erzeugt. Es tritt aber mittelbar dadurch auf, daß infolge der Schräglage ein seitliches Schieben und somit eine veränderte Anblasrichtung entsteht. Neigt sich ein solches Flugzeug z. B. nach rechts, so wächst der Auftrieb unter dem rechten Flügel, während er unter dem linken abnimmt. Es entsteht demnach ein aufrichtendes Drehmoment.

Bisher wurden für die Abweichungen des Flugzeugs von der beabsichtigten Geradeausbewegung äußere Ursachen in Gestalt von Böen usw. angenommen. Es ist nun in physikalischer Hinsicht sehr interessant, daß unbeabsichtigte Drehbewegungen auch durch eine innere Ursache und zwar durch Kreiselwirkung der im Flugzeug rotierenden Massen auftreten können. Hierfür kommt zwar die Luftschraube kaum in Frage, wohl aber ein Umlaufmotor mit seinem erheblichen Trägheitsmoment. Er stellt einen Kreisel dar, der auf ein ausgeübtes Drehmoment in der Weise reagiert, daß seine Achse senkrecht zur Ebene des Drehmoments ausschlägt. Rotiert also die Schraube vom Flugzeug aus gesehen im Uhrzeigersinn, und wird das Flugzeug durch Ziehen des Höhenruders aufgerichtet, d. h. wird also, in der Richtung zum rechten Flügel gesehen, ein Drehmoment um die Querachse ebenfalls im Uhrzeigersinn ausgeübt, so erfolgt eine Drehung um die Hochachse in der Weise, daß das Flugzeug in eine Rechtskurve geht. Entsprechende Kreiselwirkungen treten bei Betätigung des Seitenruders ein, indem das Flugzeug sich entweder aufrichtet oder neigt.

Über die verschiedenen Flugzustände ist im Lehrgang der Unterstufe bereits das Wesentliche ausgeführt worden; außerdem sind die Bedingungen des Fluges in der Waagerechten oben bereits einer eingehenden Betrachtung unterzogen worden (vgl. S. 152). Es bleibt demnach noch zu untersuchen, nach welcher Richtung sich die Vorgänge beim Steig- und Abwärtsflug auf Grund der neu gewonnenen Kenntnisse vertiefen lassen.

Hinsichtlich des Steigfluges ist zunächst festzustellen, daß der Motor hierbei

eine höhere Leistung entwickeln muß als beim Geradeausflug, denn die Zugkraft der Luftschraube hat ja außer dem Rücktrieb noch eine Komponente des Flugzeuggewichts zu überwinden, ähnlich wie der Motor eines Kraftwagens beim Bergauffahren. Dabei besteht aber der wesentliche Unterschied, daß der Flugzeugführer sich das Steigen nicht durch Einschalten eines anderen Ganges erleichtern kann, denn dies würde eine Verminderung der Geschwindigkeit und damit ein bedenkliches Absinken des Auftriebs entsprechend der obigen Formel zur Folge haben. Der Motor muß vielmehr eine zum Steigen notwendige Leistungsreserve, die Steigreserve, besitzen. Sie beträgt bei den heutigen Flugzeugen im allgemeinen 20 bis 30%, gelegentlich auch bis zu 50% der Normalleistung des Motors.

Je schneller das Flugzeug steigen soll, um so größer muß die Leistung des Motors im Verhältnis zum Fluggewicht sein. In den Berichten über Flugzeuge wird daher außer der Flächenbelastung, dem Verhältnis der Tragflächengröße zum Gesamtgewicht, noch die Leistungsbelastung  $G/N$  angegeben, durch die ausgedrückt wird, wieviel kg Last auf 1 PS entfallen (vgl. die Übersicht auf S. 110). Je kleiner diese ist, um so größer ist die Steigfähigkeit des Flugzeugs. Sie beträgt bei dem Heinkel Schnellpostflugzeug He 70 nur 5,2 kg/PS, bei der Junkersmaschine Ju 160 5,3 kg/PS, während sie bei älteren Maschinen bis zu 10 kg/PS beträgt. Jagdflugzeuge, bei denen es vor allem auf große Steigfähigkeit ankommt, werden natürlich eine noch wesentlich niedrigere Leistungsbelastung haben.

Beim Emporsteigen des Flugzeugs nimmt nun, wie oben ausgeführt (vgl. S. 149) die Leistung des Motors ab. Andererseits erfordert die Aufrechterhaltung des Auftriebs  $A = c_a \cdot F \cdot \frac{\rho}{2} v^2$  infolge Abnahme der Luftdichte  $\rho$  eine Erhöhung der Geschwindigkeit  $v$ . Hieraus geht hervor, daß es für jedes Flugzeug eine Höhe gibt, in der die Steigreserve des Motors aufgebraucht und nur noch ein Flug in der Waagerechten möglich ist. Man bezeichnet diese als Gipfelhöhe. Sie beträgt bei Verkehrs- und Sportflugzeugen im allgemeinen 4—6 km (He 70 5350 m, Ju 160 5700 m). Auf die Erhöhung der Steigfähigkeit durch Anwendung eines Vorverdichters ist früher bereits hingewiesen worden (vgl. S. 149). Ferner ist beim Aufsteigen zu Höhenrekorden auch von der künstlichen Zufuhr von Sauerstoff aus mitgenommenen Stahlflaschen Gebrauch gemacht worden.

Beim Flug schräg abwärts liegen die Verhältnisse umgekehrt wie beim Steigflug. Die in die Bahnrichtung fallende Komponente des Gewichts wirkt hier in derselben Richtung wie die Zugkraft des Propellers, also beschleunigend auf das Flugzeug ein. Es können hierdurch, besonders bei sehr steiler Neigung der Flugbahn, d. h. beim Sturzflug, ganz erhebliche Geschwindigkeiten auftreten. Gleitet das Flugzeug ohne zusätzliche Zugkraft, also bei abgestelltem Motor oder beim Segelflug, abwärts, so wird eine beschleunigte oder verzögerte Bewegung eintreten, je nachdem die antreibende Komponente des Gewichts, deren Größe  $G \cdot \sin \beta$  beträgt, größer oder kleiner als der Widerstand  $W$  ist. Im Falle der gleichförmigen Abwärtsbewegung,

dem eigentlichen Gleitfluge, der durch passende Neigung des Flugzeugs vom Piloten stets erstrebt wird, ist  $W = G \cdot \sin \beta$ , ferner der Auftrieb  $A = r \cdot \cos \beta$ . Darin bedeutet  $\beta$  den Gleitwinkel des Flugzeugs (vgl. Abb. 8).

Diese Beziehung ermöglicht es, auf Grund der Formel für den Auftrieb  $A$  die Geschwindigkeit beim Gleitflug zu berechnen. Aus  $A = c_a \cdot F \cdot \frac{\rho}{2} v^2$  folgt:

$$c_a \cdot F \cdot \frac{\rho}{2} v^2 = G \cdot \cos \beta \quad \text{und} \quad v = \sqrt{\frac{G \cos \beta}{c_a \cdot F \cdot \frac{\rho}{2}}}$$

Für ein Segelflugzeug ist der Gleitwinkel so klein, daß  $\cos \beta \approx 1$  gesetzt werden kann.  $G/F$  bedeutet die Flächenbelastung. Bei  $15 \text{ m}^2$  Tragfläche und einem Gewicht von  $135 \text{ kg}$  ist diese  $135/15 = 9 \text{ kg/m}^2$ . Wird  $c_a = 0,85$  angenommen und die Luftdichte  $\rho = 1/8$  eingesetzt, so ergibt sich:

$$v = 4 \cdot \sqrt{\frac{9}{0,85}} \approx 13 \text{ m/s}.$$

Über den Kurvenflug ist in dem Lehrgang der Oberstufe dem früher Ausgeführten nichts Wesentliches hinzuzufügen, es sei denn, daß man ihn zu Anwendungen der Formel für die Zentrifugalkraft heranzieht, indem man aus Geschwindigkeit und Kurvenradius die Schräglage des Flugzeugs berechnen läßt. Hierbei sei darauf hingewiesen, daß das Flugzeug und ebenso seine Insassen durch Zusammensetzung der Gewicht- und der Zentrifugalkräfte eine scheinbare Gewichtsvermehrung erfahren, die bei engen Kurven (Kunstflug) und demgemäß steiler Einwärtsneigung des Flugzeuges recht erhebliche Beträge erreichen kann (vgl. Abb. 10).

## C. Verschiedene Anwendungen physikalischer Gesetze

### 1. Flugzeuginstrumente

Außerhalb der geschlossenen Lehrgänge bieten sich im physikalischen Unterricht noch mannigfache Gelegenheiten, den behandelten Stoff durch Anwendungen aus dem Flugwesen zu beleben und dadurch zugleich dem fliegerisch interessierten Schüler wertvolle Kenntnisse zu vermitteln. Ein dankbares Gebiet stellen in dieser Hinsicht die beim Fliegen verwendeten Instrumente dar.<sup>65</sup> So wird der Lehrer bei der Besprechung des Barometers nicht versäumen, auf seine Anwendung als Höhenmesser in der Luftfahrt einzugehen. Dabei ist zu erwähnen, daß außer dem Zeigerinstrument, das die Ableseung der jeweiligen Flughöhe gestattet, häufig noch Höhenreiber mitgenommen werden, deren Trommel durch ein Uhrwerk angetrieben wird. Abb. 29 läßt erkennen, daß zur Verstärkung der durch die Druckänderung hervorgerufenen Bewegung mehrere Druckdosen nebeneinander angeordnet sind. — Da der Flugzeugführer sich beim Fliegen bei Nacht oder im Nebel auf die Angaben des

<sup>65</sup> Vgl. Rehder, Flugzeuginstrumente.

Höhenmessers nicht hinreichend verlassen kann, um in der Nähe des Erdbodens seine Höhe über Grund zu beurteilen, verwendet man zu deren Bestimmung akustische Höhenmesser. Hierbei findet, wie in der Seefahrt, das Echolot von Wehm Anwendung, das mit einem besonderen Knallgeber ausgestattet ist, oder es wird vom Flugzeug ein starker Pfeifton ausgesandt und die Zeit bis zum Eintreffen des Echos gemessen.

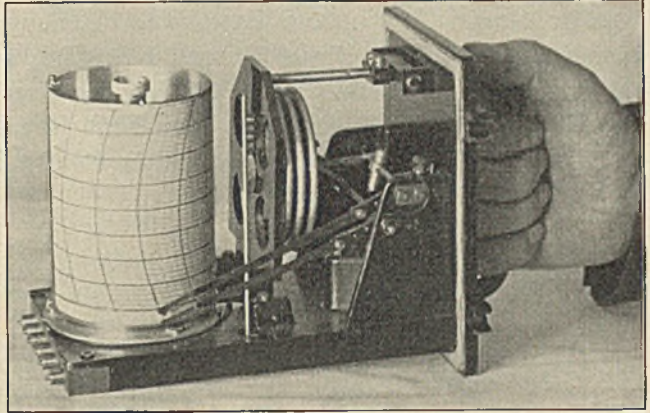


Abb. 29. Höhenschreiber (Astania-Werke A.-G.).

Die Verwendung der Düsen als Fahrtmesser (Geschwindigkeitsmesser) ist bereits im Lehrgang der Oberstufe (S. 132) behandelt worden. Es sei noch hinzugefügt, daß beim Einbau der Düse (Abb. 16) darauf geachtet werden muß, daß sie in hinreichendem Abstand vom Rumpf oder Flügel angebracht wird, d. h. außerhalb des Bereiches, in dem die Luftströmung besonderen Einflüssen der Wandung ausgesetzt ist.

Besonders wichtig sowohl für den Segel- als auch für den Motorflug ist das Variometer, das die Steig- oder Sinkgeschwindigkeit des Flugzeugs anzeigt. Vor allem ist es für den Segelflieger das unentbehrliche Hilfsmittel, um das Vorhandensein selbst eines geringen Aufwindes festzustellen. Das Gerät

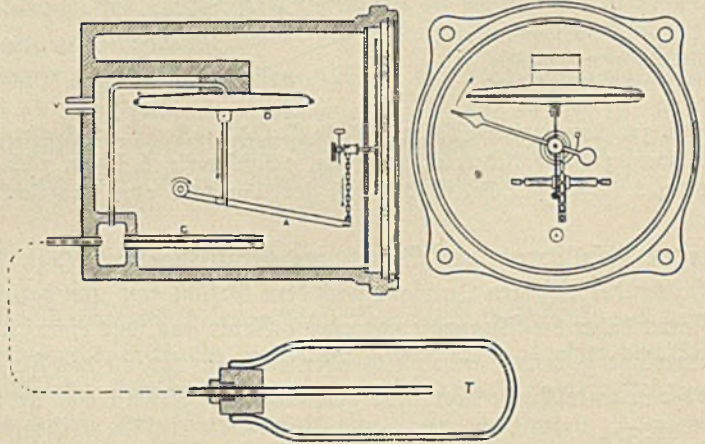


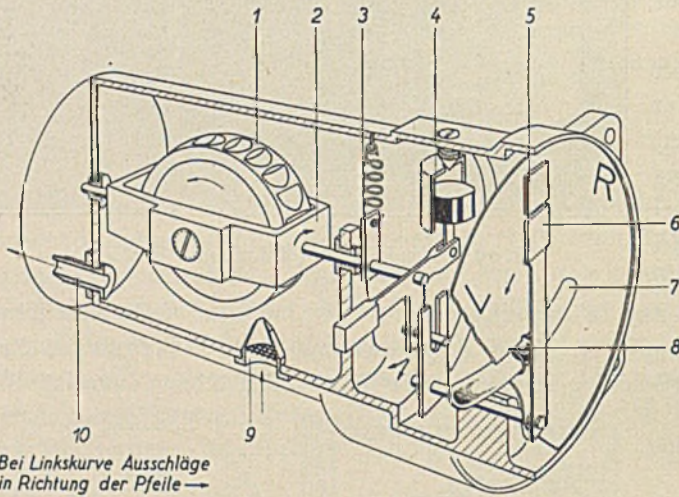
Abb. 30. Variometer. A Hebelarm, D Druckdose, C Kapillare, V Öffnung, T Thermosflasche.

Aus: Reuber, Flugzeuginstrumente. Volkman n.

besteht aus einem hochempfindlichen Druckmesser, dessen Dose mit dem Innern eines Ausgleichgefäßes T verbunden ist (Abb. 30). Um Temperatureinflüsse auf die in dem Gefäß enthaltene Luft auszuschalten, benutzt man hierzu eine Thermosflasche. Außerdem ist an die Verbindungsleitung noch ein am Ende offenes Kapillarrohr C angeschlossen,

so daß die Luft im Gefäß und in der Dose D mit der Außenluft durch die Öffnung V in Verbindung steht. Beim Flug in unveränderter Höhe steht der Zeiger des Geräts daher auf Null. Sobald das Flugzeug aber steigt, der äußere Luftdruck also abnimmt, zeigt das Instrument den entsprechenden Überdruck an. Zugleich entweicht aber durch die Kapillare langsam Luft aus dem Ausgleichgefäß, und zwar so lange, bis der Druckausgleich erfolgt ist. Das Umgekehrte tritt beim Sinken ein. Das Variometer zeigt also nur so lange einen Ausschlag, als das Flugzeug steigt oder sinkt, und die Größe des Ausschlags entspricht der Steig- oder Sinkgeschwindigkeit.

Während der Flugzeugführer bei guter Sicht über die Lage seines Flugzeuges zur



Bei Linkskurve Ausschläge  
in Richtung der Pfeile →

Abb. 31. Wendezeiger (Iskania-Werke A.-G.). 1 Kreisel, 2 Kreiselsrahmen, 3 Rückholfeder, 4 Dämpfung, 5 Nullmarke, 6 Zeiger, 7 Libelle, 8 Kugel, 9 Düse, 10 Anschluß für Saugdüse oder Vergaser.

Erdeoberfläche nicht im unklaren sein kann, fällt beim Nachtflug oder Blindflug die Orientierung durch das Auge fort. Dies ist besonders bedenklich hinsichtlich der Querlage des Flugzeuges, da der Führer nach dem Gefühl die Richtung der Erdschwere nur ungefähr beurteilen kann. Vor allem aber tritt beim unbeabsichtigten Übergang in eine Kurve an deren Stelle die Resultierende aus Gewicht und Zentrifugalkraft (vgl. Abb. 10), so daß das Halten der richtigen Querlage nach dem Gefühl fast unmöglich gemacht wird. Man stattet daher die Flugzeuge mit einem Gerät aus, das einerseits eine Kontrolle der Querlage gestattet, andererseits aber auch anzeigt, ob das Flugzeug geradeausfliegt oder in einer Kurve liegt. Das gebräuchlichste Gerät dieser Art ist der Wendezeiger (Abb. 31).

Zur Feststellung der Querlage dient dabei eine Art Libelle (7, Abb. 31), ein nach oben konkav gebogenes Glasrohr, in dem eine Stahlkugel hin- und herlaufen kann. Um ihre Bewegung zu dämpfen, ist das Rohr mit einer Flüssigkeit gefüllt. Beim Geradeausflug gibt die Lage der Kugel die Richtung der Erdschwere, beim Kurvenflug aber die der erwähnten Resultierenden an.

Der Hauptteil des Wendezeigers besteht in einem Kreisel 1, der um eine der Querachse des Flugzeuges parallele Achse rotiert (Abb. 31). Er wird durch einen Luftstrom



angetrieben, der mittels einer außen am Flugzeug befestigten Düse angesaugt wird und gegen die am Kreiselumfang angebrachten Schaufeln stößt. Der Rahmen 2, in dem der Kreisel gelagert ist, ist um eine Achse drehbar, die in Richtung der Längsachse des Flugzeugs verläuft. Macht nun das Flugzeug eine Kurve, so führt der Kreisel eine entsprechende Präzessionsbewegung um diese Achse aus und spannt dadurch eine Feder 3 so lange, bis deren Zugkraft dem entstandenen Drehmoment das Gleichgewicht hält. Die Bewegung der Achse wird dann auf den Zeiger 6 des Instruments übertragen. Die Beobachtung des Zeigers und der Kugel in der Glasröhre gibt daher ein zuverlässiges Bild von der Fluglage

(Abb. 32). Eine Luftdämpfung 4 beruhigt die Anzeige des empfindlichen Gerätes. Um die richtige Querlage zu erhalten, muß das Flugzeug sowohl beim Geradeausflug als auch in der Kurve so gesteuert werden, daß die Kugel in der Mitte der Libelle liegt. Die Gesamtanordnung der Bordgeräte eines Segelflugzeugs geht aus Abb. 33 hervor. — Kreisel werden bei Flugzeugen ferner zum Anzeigen der Waagerechten (künstlicher Horizont) und als Kurskreisel zur Ergänzung des Magnetkompasses benutzt.

Diese Ausführungen zeigen, welche Fälle von Anwendungen physikalischer Gesetze sich bei den Flugzeuginstrumenten vorfinden. Ihre Zahl ist damit keineswegs erschöpft. Es sei nur auf die zur Kontrolle des Motors dienenden Drehzahlmesser (Fließkraftpendel), sowie die funktentelegraphische Ausrüstung einschließlich Peilrahmen hingewiesen.



Abb. 32. Anzeige des Wendezigers in verschiedenen Flugzuständen (Askania-Werke A.-G.)

## 2. Flugzeug-Katapulte

Die Einrichtung und Wirkungsweise von Katapulten bietet, abgesehen von dem flugtechnischen Interesse, ebenfalls ein interessantes Anwendungsgebiet physikalischer Vorgänge und Gesetze. Katapulte dienen bekanntlich dazu, Flugzeuge, die von Kriegs- oder Handelsschiffen mitgeführt werden, von Bord aus starten zu lassen. Sie bestehen aus mechanischen Einrichtungen, durch die dem Flugzeug auf einer möglichst kurzen Wegstrecke die zum Fliegen notwendige Geschwindigkeit erteilt wird. Es dürfte bekannt sein, daß bereits die Gebrüder Wright bei ihren ersten Flügen ein Katapult benutzten; dieses bestand aus einem Fallgewicht, das durch Seilzug dem auf einer einfachen Holzschiene gleitenden Flugzeug die zum Fliegen erforderliche Anfangsgeschwindigkeit erteilte.

Das moderne Katapult (Abb. 34) besteht aus einer eisernen Brücke, die um eine

senkrechte Achse 1 drehbar angeordnet ist. Sie wird so eingestellt, daß das Flugzeug gegen den Wind startet. Das Flugzeug wird durch einen Siphafen auf dem Startschlitten 5 festgehalten, der auf Schienen läuft und durch ein über Rollen 7/8 geführtes Drahtseil 6 in Bewegung gesetzt wird. Die Antriebsvorrichtung 9 ist unter der Startbrücke eingebaut und besteht aus einem Stahlzylinder mit Kolben und Schubstange, der durch Preßluft von 100 atü angetrieben wird. An den Enden des Kolbens und der Schubstange sind je zwei oder drei Rollen 10/11 angebracht, die

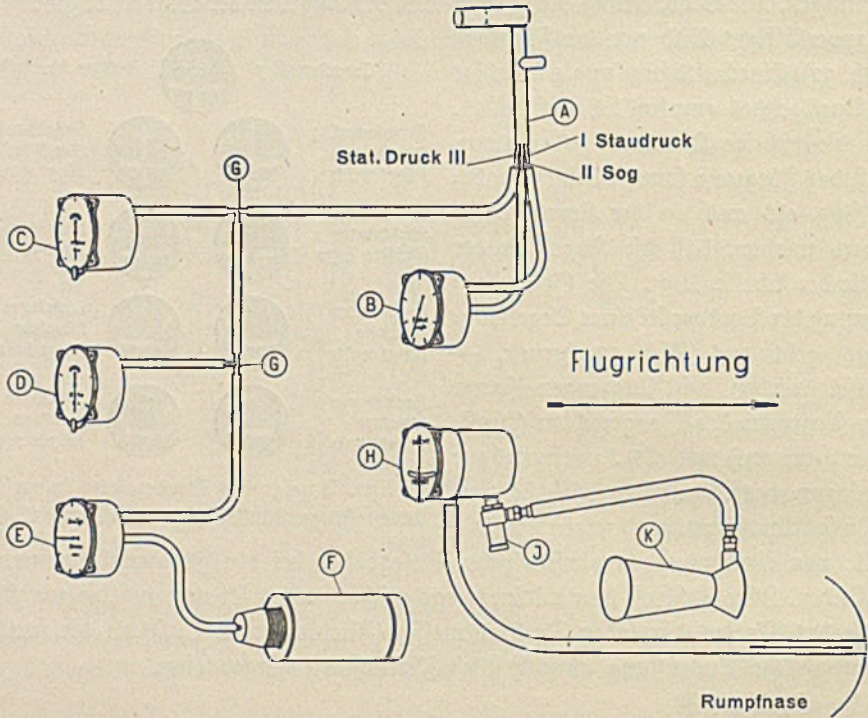


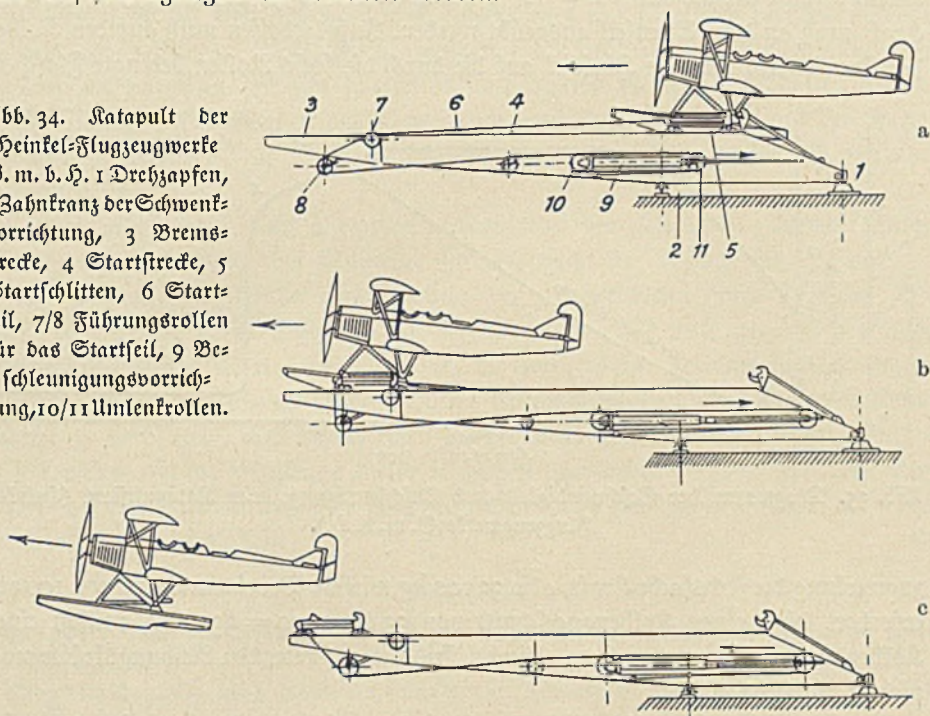
Abb. 33. Anordnung von Düsen und Meßgeräten (Askania-Werke A.-G.). A Meßdüse mit 3 Anschlüssen, B Fahrtmesser, C Grobhöhenmesser, D Feinhöhenmesser, E Variometer, F Ausgleichgefäß, G T-Stücke, H Wendebzeiger, J Druckregler in Verbindung mit K Förderbüse.

sog. Umlenkrollen, über die das Drahtseil wie bei einem Flaschenzug mit vier, bzw. sechs Rollen hin- und hergeführt ist. Beim Herauspressen des Kolbens mit der Schubstange wird also der Weg vervier- oder versachsfacht. Andererseits muß auf den Kolben das entsprechende Vielfache der zum Starten notwendigen Kraft ausgeübt werden. Es leuchtet ein, daß das Flugzeug bereits ein Stück vor dem Durchlaufen der Startbahn freigegeben werden muß, damit eine zum Abbremsen des Startschlittens hinreichende Bremsstrecke übrigbleibt.

Nach dieser Darlegung der technischen Einrichtung setzt nun die physikalische Betrachtung ein. Es erhebt sich zunächst die Frage: Ist die Bewegung des Startschlittens

mit dem Flugzeug, die ungefähr 1 Sekunde dauert, eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung? — Der Techniker gibt uns die Möglichkeit zur Beantwortung dieser Frage, indem er uns ein Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm zur Verfügung stellt (Abb. 35). Dieses wird auf Grund einer Filmaufnahme des Starts hergestellt, indem gleichzeitig durch ein besonderes Vorsatz-Objektiv eine sehr rasch gehende Uhr mit aufgenommen wird. Aus der Uhrzeit und einer an der Startbahn angebrachten Meterteilung können nun die in jedem Zeitpunkt vorhandenen Geschwindigkeits- und Beschleunigungswerte ermittelt werden.

Abb. 34. Katapult der Heinkel-Flugzeugwerke G. m. b. H. 1 Drehzapfen, 2 Zahnkranz der Schwenzvorrichtung, 3 Bremsstrecke, 4 Startstrecke, 5 Startschlitten, 6 Startseil, 7/8 Führungsrollen für das Startseil, 9 Beschleunigungsvorrichtung, 10/11 Umlenkrollen.



Das Diagramm läßt erkennen, daß die Geschwindigkeit nur angenähert geradlinig ansteigt, und zwar zu Beginn und gegen Ende des Vorganges schwächer. Das weitere langsame Anwachsen der Fluggeschwindigkeit nach Aufhören der Katapultwirkung ist auf die Beschleunigung zurückzuführen, die der Propeller dem inzwischen freigewordenen Flugzeug erteilt. — Ein noch deutlicheres Bild zeigt die Beschleunigungslinie, aus der hervorgeht, daß die Bewegung im vorliegenden Falle nur zwischen 0,4 und 0,8 Sekunden gleichmäßig beschleunigt ist, und zwar mit dem enormen Wert von  $25 \text{ m/s}^2$ , also dem zweieinhalbfachen der Erdbeschleunigung.

Beim Katapultstart des früher von den Dampfern „Bremen“ und „Europa“ mitgeführten Postflugzeugs Heinkel 12 beträgt die maximale Beschleunigung sogar  $30 \text{ m/s}^2 \approx 3 \cdot g$ . Die Startbahn hat hier eine Länge von  $s = 20 \text{ m}$ , die Abfluggeschwindigkeit ist  $v = 106 \text{ km/h} = 29,44 \text{ m/s}$ . Hiernach läßt sich die interessante

Aufgabe behandeln, die Größe der mittleren Beschleunigung und die angenäherte Startzeit zu berechnen. Aus  $v = \sqrt{2} b s$  ergibt sich  $b = v^2/2s = 21,65 \text{ m/s}^2$ , ferner aus  $v = b \cdot t$  die Startzeit  $t = v/b = 1,36$  Sekunden.

Der Katapultstart ist ferner, ähnlich wie der Abschuss einer Granate, ein ausgezeichnetes Beispiel, um das Kraftwirkungsgesetz zu veranschaulichen. Im Falle des Starts von den Dampfern „Bremen“ oder „Europa“ beträgt die Masse des beladenen und bemannten Flugzeugs  $2550 \text{ kg} \approx 255$  technischen Masseneinheiten. Hieraus folgt für die Kraft  $P = m \cdot b$  der Wert  $P = 255 \cdot 21,65 = 5520 \text{ kg}$ . Diese Kraft muß an dem Startseil ausgeübt werden. Infolgedessen muß auf den Kolben der Druckvorrichtung im Hinblick auf die durch die sechs Rollen bedingte Flaschen-

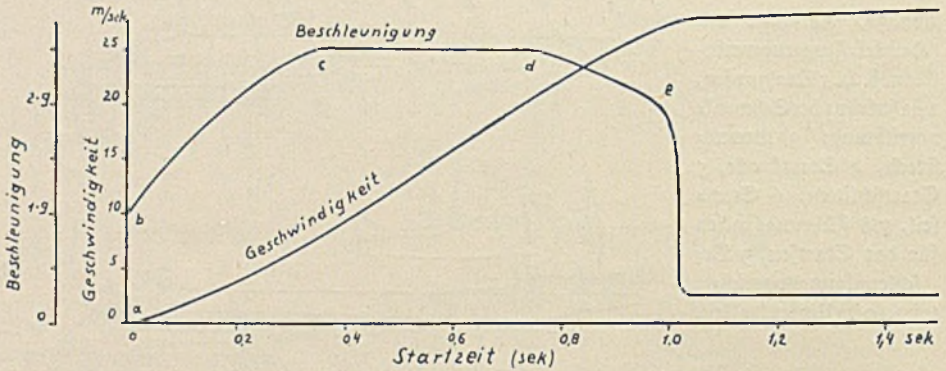


Abb. 35. Diagramm der Geschwindigkeit und Beschleunigung beim Katapultstart (Heinkel-Flugzeugwerke G. m. b. H.).

zugwirkung die sechsfache Kraft, also  $33\ 100 \text{ kg}$  wirken. Bei einem Druck von  $100 \text{ atü}$  erfordert dies einen Kolbenquerschnitt von  $33\ 100 : 100 = 331 \text{ cm}^2$ , mithin einen Kolbendurchmesser von  $20,6 \text{ cm}$ . Hierbei sind die auftretenden Reibungskräfte noch nicht berücksichtigt.

Eine Energieberechnung läßt sich einmal gründen auf die von der Kraft  $P = 33\ 100 \text{ kg}$  längs eines Kolbenweges von einem Sechstel der Startbahn, also  $s = 20/6 = 3,33 \text{ m}$ , verrichtete Arbeit. Diese beträgt  $A = P \cdot s = 33\ 100 \cdot 3,33 = 110\ 000 \text{ kgm}$ . Andererseits ergibt sich als Bewegungsenergie des Flugzeugs

$$W = m/2 \cdot v^2 = 255/2 \cdot 29,44^2 = 110\ 000 \text{ kgm}.$$

Eine interessante Frage ist endlich noch, wie der Führer des startenden Flugzeugs die gewaltige horizontale Beschleunigung empfinden wird. Sie muß sich für ihn als eine Kraft  $P = m \cdot b$  auswirken, die ihn rückwärts in seinen Sitz drückt. Diese Kraft setzt sich mit dem Gewicht  $G = m \cdot g$  zu einer schräg abwärts nach hinten gerichteten Resultierenden zusammen, die an die Stelle der bei Abwesenheit einer Beschleunigung wirkenden Schwerkraft tritt. Der Führer wird daher trotz der waagerechten Startbahn das Gefühl haben, sich schräg aufwärts zu bewegen. In der Tat ist

diese Beobachtung bereits beim Anfahren von Raketenwagen, wo ebenfalls hohe Beschleunigungen vorliegen, gemacht worden.

### Schlußbemerkung

Die vorstehenden Ausführungen sollen dazu beitragen, die im Flugwesen auftretenden physikalischen Probleme der unterrichtlichen Behandlung in der Schule zugänglich zu machen. Damit soll, wie bereits gelegentlich erwähnt, nicht gefagt werden, daß bei Behandlung der Fluglehre nun auf sämtliche berührten Fragen eingegangen werden müsse, ebensowenig wie der Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden kann. Es gibt zweifellos noch manche Gebiete der Physik, in denen sich wichtige Anwendungen des Flugwesens vorfinden. Es sei nur auf die Wetterkunde hingewiesen, die durch die Entwicklung der Luftfahrt wesentlich befruchtet worden ist.

Vor allem darf nicht übersehen werden, daß zur Zeit noch zahlreiche Fragen über die Behandlung der Fluglehre im Unterricht der Lösung harren, und daß auch die wissenschaftliche Untersuchung der Flugprobleme noch stark im Fluß ist. Aber gerade darin liegt auch ein besonderer Reiz für diese neue, dem physikalischen Unterricht übertragene Aufgabe, die wie wenige geeignet ist, der Jugend auf einem für die Zukunft unseres Volkes lebenswichtigen Gebiet wertvolle Kenntnisse zu vermitteln. Der Lehrer wird hierbei unter Beweis stellen müssen, daß er in der Lage ist, die Erfüllung dieser wichtigen praktischen Aufgabe mit dem Streben nach den erzieherischen und humanistischen Zielen des physikalischen Unterrichts lebensvoll zu verbinden.

### Literatur

- Prandtl, Abriß der Strömungslehre, Fr. Vieweg & Sohn, 1931, 223 S. (verwendet höhere Mathematik).
- Prandtl-Beß, Ergebnisse der Aerodynamischen Versuchsanstalt zu Göttingen, Lieferung I—IV, 1923—1932.
- von Mises, Fluglehre, Julius Springer, 1933, 400 S.
- Etz, Technische Strömungslehre, Julius Springer, Teil I 1935, 134 S., Teil II 1936, 96 S.
- Schütt, Einführung in die Physik des Fliegens, E. F. E. Volkmann Nachf. 1935, 136 S.
- Pfister, Grundlagen der Fluglehre, Teil I, E. F. E. Volkmann Nachf., 87 S.
- Pfister-Porger, Grundlagen der Fluglehre, Teil II, E. F. E. Volkmann Nachf., 75 S.
- Stamer-Lippisch, Gleitflug und Gleitflugzeuge, Teil I, 1930, E. F. E. Volkmann Nachf., 62 S.
- Rehder, Flugzeuginstrumente, E. F. E. Volkmann Nachf., 99 S.
- Schaefer, Flugmotorenkunde, Teil I u. II, E. F. E. Volkmann Nachf., 68 u. 71 S.
- Löwe, Flugzeugortung, E. F. E. Volkmann Nachf., 87 S.
- Datsch-LehrmittelDienst, Luftfahrt, 1935, 143 S.
- Staatliche Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht, Skizzen für den Luftfahrtunterricht, Heft 1—3, Quelle & Meyer, 1929.
- Zinnecker, Segelfliegen, Quelle & Meyer, 1932, 68 S.
- Otto Lilienthal, Der Vogelflug als Grundlage der Fliegerkunst, Oldenbourg, 1910, 186 S.
- Gustav Lilienthal, Vom Gleitflug zum Segelflug, E. F. E. Volkmann Nachf., 1923, 159 S.

Scherschewsky, Die Rakete für Fahrt und Flug, E. F. E. Volkmann Nachf., 1929, 134 S.  
 Georgii, Der Segelflug und seine Kraftquellen im Luftmeer, Masings flugtechnische Sammlung, 1923, 91 S.

Noth, Wetterkunde für Flieger, Masings flugtechnische Sammlung, 73 S.

### Zeitschriften

Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt, Oldenbourg.

Deutsche Luftwacht, Mittler & Sohn.

Ausgabe: Luftwissen, Zeitschrift für Luftfahrttechnik und Forschung (monatlich ein Heft, RM. 1.—).

Ausgabe: Luftwehr, Zeitschrift über die Militärluftfahrt des Auslandes (monatlich ein Heft, RM. —.75).

Ausgabe: Luftwelt, Zeitschrift für alle Gebiete der Luftfahrt (monatlich ein Heft, RM. —.50).  
 Wetterkarte des Reichswetterdienstes (Bestellung durch die Post).

### Fachausdrücke

Verzeichnisse der anerkannten Fachausdrücke werden von der Zentrale für wissenschaftliches Berichtswesen, Berlin-Adlershof bei der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt, E. W., Radower Chaussee 16—25, herausgegeben. Preis je Blatt 0,20 RM. Bisher sind erschienen:

Liste A 1, Grundbegriffe der Flugmechanik.

„ C 1, Die Teile des Flugzeugs.

„ C 2, Flugzeugtypen.

## Der Luftschutz im Physikunterricht

Von Ewald Sellien

Im Gegensatz zur Luftfahrt ist die Zahl der Luftschutzfragen, die im Physikunterricht behandelt werden können, verhältnismäßig gering und auf wenige Stellen beschränkt. Das liegt einmal daran, daß gerade die Probleme, die vielleicht ihrer Natur nach in den Physikunterricht gehören würden, sehr schwierig und z. T. auch nicht restlos erforscht sind — ich denke da besonders an die Ballistik des Bombenwurfs, an die Baufragen des Luftschutzes, an die akustische Ortung der Flugzeuge vom Boden aus —, es liegt aber andererseits auch daran, daß die in Frage kommenden Erscheinungen herkömmlich zum großen Teil im Chemieunterricht besprochen werden — ich erinnere hier an die Adsorption der Gase, die die Filterwirkung der aktiven Kohle bedingt.

So gibt es nur wenige große Gebiete aus dem Kreise der Luftschutzfragen, die eine zusammenfassende Behandlung in der Physik verlangen. Sie eignen sich zum großen Teil nur für die Oberstufe der höheren Schulen und für höhere Fachschulen, wenn es auch natürlich möglich ist, in der Mittelstufe und in Volksschulen andeutungsweise auf sie einzugehen. Es wird Sache des Lehrers sein, hier die Grenze zu finden, bei der er haltmachen muß. Daneben aber gibt es eine ganze Reihe von Einzelheiten, die an den verschiedensten Stellen des Physikunterrichtes ihre Stelle finden können, um dort als Anwendung einer allgemein besprochenen Erscheinung, eines Gesetzes usw. erwähnt zu werden. Diese dürften fast alle bereits dem elementaren Physikunterricht grundsätzlich zugänglich sein. Im Lehrgang der einen oder anderen Klasse werden sie jedoch wieder keine Stelle finden können, weil die Voraussetzungen nicht behandelt worden sind. Auch hier wird der Lehrer das für ihn Geeignete heraussuchen müssen. —

Mit diesen Einzelheiten möchte ich beginnen.

Um den Schülern einen Begriff von der weitgehenden Teilbarkeit der Stoffe zu geben, wird gewöhnlich auf die starke Färbung des Wassers etwa durch eine kleine Menge Fuchsin oder auf die Wirkung kleinster Moschusmengen auf unsere Nase hingewiesen. In derselben Weise könnte man auf die Augenreizstoffe und auf die Schwefelstoffe der Blaukreuzgruppe aufmerksam machen. So liegt die untere Reizschwelle bei Chlorazetophenon, dem von der Polizei verwandten Augenreizstoff, bei 0,3 mg/cbm, die Erträglichkeitsgrenze, d. h. die Menge, die von einem Menschen gerade noch eine Minute lang ertragen werden kann, bei 4,5 mg/cbm. Vom

Diphenylzhanarsin (Blaukreuz, Clark II) sind 0,005 mg in 1 cbm bemerkbar, 0,25 mg/cbm sind bereits unerträglich (wenn die Teilchen des Schwefstoffes klein genug sind). Und dabei haben die Schwefstoffteilchen immer noch Durchmesser von  $10^{-6}$  bis  $10^{-4}$  cm, während der Moleküldurchmesser bei  $10^{-8}$  cm liegt!

Eine zweite Möglichkeit, die Kampfstoffe — und zwar diesmal die seßhaften vom Gelbkreuztyp — zu erwähnen, bietet sich bei der Behandlung der Porosität. An dieser Stelle kann man eindringlich vor der gefährlichen Eigenschaft des LOSTS und des Lewisits, alle Stoffe, sogar Leder und nach einiger Zeit auch Gummi, zu durchdringen, warnen. Daß LOST auch in die Baustoffe eindringt, zeigen die Versuche, die Kenwanz im Laboratorium der Luergesellschaft<sup>1</sup> angestellt hat. Es wurden 10 Tropfen LOST auf verschiedene Materialien getropft und die Größe des Fleckes und die Eindringungstiefe bestimmt.

Material	Eindringungstiefe	Durchmesser des Flecks
Ziegel .....	10 mm	12—30 mm
Asphalt .....	—	80 mm
Holz.....	30 mm	—

Es zeigte sich, daß auch Schiefer kaum LOST aufnimmt, und daß ein Anstrich einen Schutz darstellt. Die Schwierigkeit, LOST aus Baustoffen zu entfernen, kann dabei erwähnt werden.

Bei der Besprechung des Manometers kann auf die Verwendung dieses Meßinstrumentes bei den Sauerstoffgeräten zur Kontrolle des noch verfügbaren Sauerstoffes hingewiesen werden. Die Eigenschaft der Gase, von Stellen höheren Druckes abzufließen, kann auf die Verhältnisse in Schutzräumen angewandt werden, bei denen bereits ein kleiner Überdruck das Eindringen vergifteter Luft durch undichte Stellen verhindert. Da dieser Überdruck sicher entsteht, wenn ein Raumbelüfter aufgestellt ist, so kann dies zum Anlaß genommen werden, die Konstruktion der Raumbelüfter und die Frage ihrer Verwendung in Schutzräumen zum Gegenstand des Unterrichts zu machen.

Im Anschluß an die Durchnahme des Luftballons wird man auf die Ballonsperren hinweisen. Eine solche (nach dem „Schürzensystem“) zeigt Abb. 1. Da diese Sperren heute 5000 m hoch angebracht werden können, so stellen sie, besonders bei Nacht, wo sie nicht zu sehen sind, eine Gefahr, vor allem aber auch eine moralische Belastung der Flugzeugführer dar und zwingen die Angreifer, in größeren Höhen anzufliegen. Das aber bedeutet geringere Nutzlast und geringere Reichweite, kleinere Treffwahrscheinlichkeit beim Bombenwurf usw. Dem stehen die verhältnismäßig hohen Kosten eines solchen Ballonsperrensystems gegenüber. Es soll auch nicht verschwiegen werden, daß Abstürze in Ballonsperren wenig bekannt geworden sind.

<sup>1</sup> „Die Gasmaske“, 1935, S. 1 ff. — Vgl. auch F. L h e m m e, Das Eindringen von LOST in Baustoffe („Gaschutz u. Luftschutz“, 1936, S. 189 ff.).



Trotzdem waren sie gefürchtet und werden wie die neuerdings erprobten Drachensperren auch heute noch als wertvolle Abwehrmittel angesehen.

Auch an verschiedenen Stellen der Wärmelehre können die Kampfstoffe Erwähnung finden. So wird man auf das Sichtbarwerden der Chlorwolken beim Blasangriff hinweisen, wenn man von der Abkühlung der Gase bei schneller Expansion spricht. Infolge dieser Abkühlung kondensiert sich der Wasserdampf der Luft und bildet vor den Gasflaschen starke Nebel. Die Methode des Blasangriffs, seine Abhängigkeit vom Wetter, vielleicht auch etwas aus seiner Geschichte<sup>2</sup>

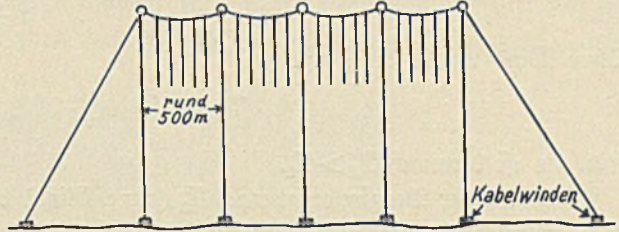


Abb. 1. Ballonsperre.

kann hier angeschlossen werden. Die Unterscheidung flüchtiger und festhafter Kampfstoffe kann dann beim Kapitel Verdunsten besprochen werden. Während die Kampfstoffe vom Grünkreuztyp (Chlor, Phosgen, Perstoff, Chlorpikrin u. a.) verhältnismäßig flüchtig sind und deshalb als Offensivkampfstoffe Verwendung finden, besitzen die ätzenden Kampfstoffe Kost und Lewisit nur geringe Flüchtigkeit; Kostspritzer in Mulden, geschlossenen Räumen und trockenen, windgeschützten Orten halten sich unter Umständen wochenlang. Kost ist daher im Felde sowohl als Defensivkampfstoff als auch zur Begiftung rückwärtiger Verbindungen des Feindes geeignet, da er die Durchführung zeitraubender Entgiftungsmaßnahmen erfordert.

Der Einfluß des Wetters auf die Kampfstoffe ist ein Thema, das an die Meteorologie angeschlossen werden kann. Die entgiftende Wirkung des Windes, der aufsteigenden Luftströmungen und der Luftfeuchtigkeit können erwähnt werden. Daneben kann auf die Tatsache eingegangen werden, daß auch die Luftangriffe stark vom Wetter abhängig sind.<sup>3</sup> Dasselbe gilt aber auch für den Verteidiger, z. B. für die Abwehr vom Boden aus (Ortung der Flugzeuge, Horchgeräte, Verwendung der Scheinwerfer) und für die Tarnung durch künstliche Nebel. So kann mit den letzteren nur eine gute Nebeldecke erzielt werden, wenn der Wind nicht zu stark ist. Andererseits ist es bei Windstille und geringer Windgeschwindigkeit kaum möglich, in der kurzen Alarmfrist die Verteilung des Nebels über das ganze zu schützende Gebiet zu erreichen. — Schließlich kann noch der Einfluß des Windes auf die Reichweite der Flugzeuge zum Gegenstand einer kleinen Rechnung gemacht werden.<sup>4</sup> Ist  $v$  die

<sup>2</sup> Vgl. Hanslian, Der chemische Krieg I (Berlin, 1936) und „Der deutsche Gasangriff bei Ypern am 22. April 1915“ (Berlin, Verlag Gaschutz u. Luftschutz, 1934).

<sup>3</sup> Hunke, Luftgefahr und Luftschutz, 2. Aufl. 1935 (Berlin, Mittler & Sohn), S. 62, und G. Stampe, Luftschutz und Meteorologie. (Dräger-Gl.-Kalender 1936, S. 298 ff.)

<sup>4</sup> Vgl. Hunke, a. a. D., S. 49. Siehe auch S. 67, Mathematik.

Eigengeschwindigkeit des Flugzeuges,  $w$  die des Windes und  $l$  der Abstand zwischen Abflugstelle und Ziel, so ist die Zeit für den Hinflug (bei Rückenwind)<sup>5</sup>:  $t_1 = \frac{l}{v+w}$ , für den Rückflug (bei Gegenwind)  $t_2 = \frac{l}{v-w}$ . Die Gesamtflugzeit ist also:

$$T_1 = t_1 + t_2 = \frac{2lv}{v^2 - w^2} = \frac{2l}{v} \cdot \frac{1}{1 - \left(\frac{w}{v}\right)^2}.$$

Ohne Wind würde die Flugzeit

$$T_2 = 2t' = \frac{2l}{v}$$

sein. Es ist demnach  $T_1 > T_2$ .

Wird also der Benzinvorrat nach  $T_2$  (ohne Wind) bemessen, so ist er bei Wind nicht ausreichend, und die Reichweite ist bei Wind kleiner als bei Windstille. — Das Verhältnis  $\frac{T_1}{T_2}$  ist bei Windstärke 5 ( $w$  etwa 8 m/sek) gleich 1,013, wenn  $v = 72$  m/sek  $\sim 260$  km/std angesetzt ist. Bei Windstärke 8 (stürmischer Wind, der ganze Bäume bewegt;  $w$  etwa 16 m/sek) ist dieses Verhältnis ( $v = 72$  m/sek) 1,052. Die praktische Bedeutung ist also bei den schnell fliegenden Kriegsflugzeugen nicht groß.

Zu den Einzelheiten aus dem Luftschußgebiet gehört auch die Besprechung der Scheinwerfer, die ja im allgemeinen schon immer im Physikunterricht behandelt worden sind. Es wird also nur nötig sein, auf ihre Bedeutung bei der Flugabwehr hinzuweisen. Da muß nun vor allem darauf aufmerksam gemacht werden, daß der Scheinwerfer allein nicht genügt, um ein anfliegendes Flugzeug zu entdecken. Das Absuchen des Himmels ist nahezu zwecklos. Es muß daher der Scheinwerfer immer durch Hörchgeräte unterstützt werden, damit die ungefähre Lage des Flugzeugs festliegt. Für die Jagdflieger ist der Scheinwerfer von größter Bedeutung, da er ihnen nicht nur das Ziel sichtbar macht, sondern auch den angestrahlten Angreifer zermürbt. Auf die Fragen der optischen Ortung für die Zwecke der Abwehrbatterien, auf das Zusammenwirken von Hörchgerät, Scheinwerfer und Flak, auf die Aufstellung der Scheinwerfer um das zu schützende Objekt usw. braucht im Unterricht wohl nicht eingegangen zu werden.<sup>5a</sup> Dagegen dürften die Schüler einige Angaben über die Leistungen der Scheinwerfer interessieren. Bei klarem Wetter erreicht man mit 152 cm-Scheinwerfern bei 150 Ampere Stromstärke Leuchtweiten von über 9000 Metern. Den starken Einfluß des Nebels auf die Reichweite zeigt das folgende Schaubild nach Gilmor und Bassett,<sup>6</sup> aus dem auch die Kerzenstärken einiger Scheinwerfertypen entnommen werden können (Abb. 2).

Im Anschluß an diese Besprechungen kann erwähnt werden, daß man sich bemüht, die Wärmestrahlen des Flugzeugs zur Ortung von der Erde aus zu benutzen.

<sup>5</sup> Ich beschränke mich auf den einfachsten Fall, wo die Geschwindigkeiten  $v$  und  $w$  gleich oder entgegengesetzt gerichtet sind.

<sup>5a</sup> Vgl. W. Picert, Unsere Flakartillerie (Berlin 1937).

<sup>6</sup> Aus Hunte, a. a. O., S. 105 (Skizze 13).

Auch an die elektromagnetischen Störungen, die durch die Magnetzündung des Motors ausgelöst werden, hat man für denselben Zweck gedacht. Doch können die auf diesen Gebieten erreichten Erfolge noch nicht als ausreichend für die Praxis angesehen werden.

Damit mag es genug sein mit den Einzelheiten, die an passender Stelle in den Physikunterricht eingeflochten werden können. Im folgenden soll nun noch auf drei größere Gebiete eingegangen werden, die besser im Zusammenhang besprochen werden:

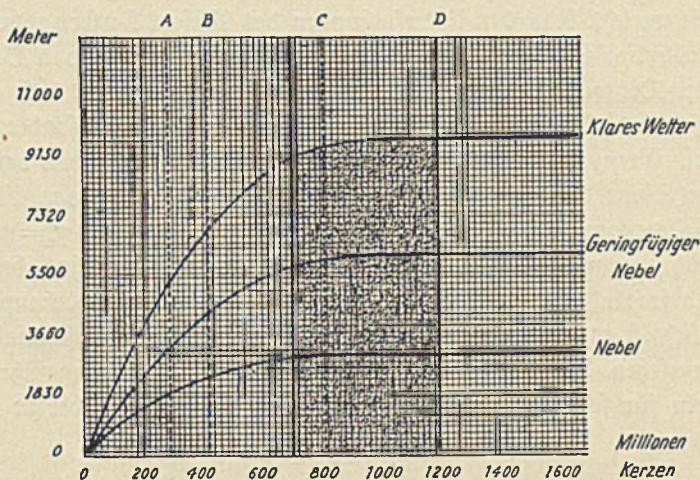


Abb. 2. Lichtweiten mit verschiedenen Scheinwerfern (nach Gistmor und Bassett)

A:	92 cm=	Scheinwerfer mit	150	Ampere;
B:	112 cm=	"	150	" ;
C:	150 cm=	"	150	" ;
D:	150 cm=	"	250	" .

1. die Ballistik des Bombenwurfes und die Bombenwirkung, 2. das Verhalten der Kampfstoffe in der Luft und im Filter der Gasmaske und 3. die Lehre vom Flugzeugschall und die Horchgeräte.

Die Behandlung des Bombenabwurfs wird von der Bewegung eines Punktes beim waagerechten Wurf im luftleeren Raum ausgehen. In der Mittelstufe kann die Wurfpabel im Versuch vorgeführt und anschließend gezeichnet werden (Zusammensetzung der gleichförmigen Vorwärtsbewegung des Flugzeugs in der Horizontalen und der gleichmäßig beschleunigten Fallbewegung in der Vertikalen).

Die rechnerische Durchführung, die aus  $x = c \cdot t$  und  $y = \frac{1}{2} g t^2$  zu  $y = \frac{g}{2c^2} \cdot x^2$  kommt, dürfte der Oberstufe der höheren Schulen vorbehalten bleiben. Weiterführende mathematische Entwicklungen, bei denen der Luftwiderstand berücksichtigt wird, gehen offenbar über das hinaus, was wir in der Schule im Physikunterricht erreichen können. Dagegen könnte man vielleicht die Näherungswerte, die Degosang<sup>7</sup>

<sup>7</sup> „Gaschub u. Luftschub“, 1934, Heft 5, S. 118 ff.

gefunden hat, den Schülern einfach mitteilen, um sie auszuwerten. In erster Näherung ist:

$$x = ct - \frac{g}{2} \left( \frac{c}{v_0} \right)^2 \cdot t^2$$

$$y = \frac{1}{2}gt^2 - \frac{g^3}{12v_0^3} \cdot t^4,$$

wobei  $v_0$  die Maximalgeschwindigkeit ist, die die Bombe beim Fall durch die widerstehende Luft erreicht. Nach den Untersuchungen des Majors Justrow beträgt diese bei den gewöhnlich üblichen Torpedobomben 250 m/sek bei 4000 m Abwurfhöhe und darüber. Die von Degosang abgeleiteten Formeln zeigen, daß eine solche Maximalgeschwindigkeit im mathematischen Sinne nicht besteht, sondern daß nur überhaupt ein Grenzwert für die Geschwindigkeit existiert. Andererseits bestätigen sie in gewissem Sinne die Messungen Justrows, als sich bei 4000 m Abwurfhöhe für  $v_0$  ebenfalls 250 m/sek ergibt. Bei 15000 m Höhe wird allerdings  $v_0 = 550$  m/sek. Dies deckt sich zwar mit fremdstaatlichen Angaben, Degosang mahnt aber zur Vorsicht, weil es fraglich sei, ob seine Ansätze für so große Höhen überhaupt noch zutreffen. Üblich ist es, im allgemeinen 250 m/sek als Maximalgeschwindigkeit der Bomben anzusehen. Unter dieser Voraussetzung gehen die oben angeführten Näherungsformeln für schnelle Bombenflugzeuge ( $c = 100$  m/sek) über in

$$x = 100t - \frac{4}{5}t^2,$$

$$y = 5t^2 - \frac{1}{750}t^4.$$

Wer diese Formeln nicht bringen will, wird wenigstens die Tatsache mitteilen, daß die Geschwindigkeit praktisch bei den üblichen Abwurfhöhen einen Maximalwert besitzt, und wird diese Tatsache daraus erklären, daß der Luftwiderstand in diesem Geschwindigkeitsintervall (unter 300 m/sek) ziemlich gut dem Quadrat der Geschwindigkeit proportional ist. Einfache Versuche dafür, daß Körper in widerstehenden Mittel sehr schnell aus der gleichmäßig beschleunigten Fallbewegung in die gleichförmige übergehen, finden sich in den Physik- und Experimentierbüchern, z. B. in großen Grimsehl oder bei Rosenbergs (Experimentierbuch). Da das Widerstandsgesetz auch in der Flugphysik einen breiten Raum einnimmt, liegen diese Betrachtungen nahe. In der Ballistik wird dann die Erweiterung des Widerstandsgesetzes auf höhere Geschwindigkeiten herangezogen. Ist  $q$  der Querschnitt in  $\text{cm}^2$ ,  $m$  die Masse eines sogenannten Normalgeschosses in kg (nicht der Torpedobombe!), so ist der Luftwiderstand näherungsweise gegeben durch

$$w = \frac{q}{m} f(v),$$

<sup>8</sup> Vgl. Degosang in Dörner, Mathematik im Dienste der nationalpolitischen Erziehung, 2. Aufl. 1935 (Diesterweg, Frankfurt a. M.), S. 72.

wenn man davon absieht, daß die Erdbeschleunigung und auch die Dichte des Mittels von der Höhe abhängig sind. Für  $f(v)$  gilt dann die Tabelle:

v	0	100	200	300	340	400	500	600	700
f(v)	—	0,012	0,049	0,154	0,325	0,62	1,00	1,39	1,79
$K(v) = 10^6 \cdot \frac{f(v)}{v^2}$	1,20	1,21	1,23	1,27	2,82	3,90	4,00	3,86	3,65
v	800	900	1000	1100	1200	1300			
f(v)	2,25	2,75	3,30	4,00	4,70	5,50			
K(v)	3,50	3,40	3,30	3,30	3,26	3,26			

Die mitangegebenen Werte der Funktion  $K(v) = 10^6 \cdot \frac{f(v)}{v^2}$  zeigen, daß die Proportionalität mit  $v^2$  für Geschosse nur bis  $v = 300$  m/sek gilt, daß sie aber nachher bei Geschwindigkeiten über 800 m/sek wieder erreicht wird, allerdings mit anderem Proportionalitätsfaktor. Lorenz hat diesen Verlauf durch eine Formel darzustellen versucht, die nicht schlecht mit der Erfahrung übereinstimmt

$$K_v = k \left[ 1 + \frac{A v^4}{(v^2 - a^2)^2 - c^2 v^2} \right],$$

wo  $k$ ,  $A$  und  $c$  Konstante und  $a$  die Schallgeschwindigkeit bedeutet. —

Für den Abwurf der Bombe ist die Wurflweite von Wichtigkeit. Es ergibt sich theoretisch (im luftleeren Raum und für einen Massenpunkt) aus der Wurflparabel  $y = \frac{g}{2c^2} x^2$  als  $x$ -Wert zu gegebener Höhe  $y$ :

Abwurfhöhe in m	Wurflweite in m für $c = 60$ m/sek	Wurflweite in m für $c = 80$ m/sek
500	600	800
1000	840	1120
2000	1200	1600
3000	1440	1920
4000	1680	2240
5000	1920	2560
6000	2160	2880

Die Wurflweite hängt also von der Abwurfhöhe und der Geschwindigkeit des Flugzeugs ab. In Wirklichkeit kommt der Einfluß des Luftwiderstandes hinzu und damit die Abhängigkeit von der Form der Bombe und von den atmosphärischen Bedingungen (Dichte der Luft, Feuchtigkeit, Wind usw.). Bei Berücksichtigung des Luftwiderstandes nach den Ansätzen von Degosang ergibt sich bei einer Abwurfhöhe von 3300 m und einer Flugzeuggeschwindigkeit von 75 m/sek eine Wurflweite von 1810 m<sup>9</sup> gegenüber 1925 m im luftleeren Raum. Das ist immerhin schon eine recht beachtliche Abweichung, die sich bei größerer Geschwindigkeit noch stärker be-

<sup>9</sup> Degosang, a. a. O. S. 122, Tabelle 2.

merkbar macht. — Moderne Bombenflugzeuge sind daher z. T. bereits mit Zielgeräten ausgerüstet, bei denen die meisten Vorgänge automatisch geregelt werden, so daß die Bestimmung des notwendigen Vorhaltewinkels für jede Höhe und Geschwindigkeit nur wenig Zeit erfordert. Auch kann die Auslösung der Bombe automatisch durch das Zielgerät bewirkt werden. Nicht zu berücksichtigen sind natürlich die Einflüsse der Luft, so weit sie durch die verschiedenen atmosphärischen Verhältnisse in den einzelnen Luftschichten bedingt sind. Bei Berücksichtigung aller Fehlerquellen für die Treffgenauigkeit ergibt sich immer noch eine erhebliche Streuung. Nach polnischen Versuchen<sup>10</sup> beträgt sie bei 4000 m Abwurfhöhe 2,5%, bei 2000 m Höhe 2% der Abwurfhöhe. Nach anderen Angaben ist der Wert der Streuung bei kleinen Höhen (bis 1000 m) etwa 2%, bei größeren gar 4% der Abwurfhöhe. Daraus ergibt sich bei 5000 m Höhe ein Streukreis von rund 200 m Halbmesser! In diesem Zusammenhang muß dann erwähnt werden, daß diesem Übelstande durch den Einsatz von Sturzbombern begegnet werden soll, die sich mit laufendem Motor aus großer Höhe und mit einer Geschwindigkeit von über 600 km/std auf das Ziel herabstürzen, aus geringer Höhe die Bombe abwerfen, das Flugzeug abfangen und wieder aufsteigen. Die Abwehr solcher Sturzbomber vom Boden aus ist sehr schwierig; andererseits stellt der Sturzflug an Mensch und Material ungeheure Ansprüche.

Im Anschluß an den Bombenabwurf wird man die Bombenwirkung besprechen. Dabei sind Bomben mit Aufschlag- und mit Verzögerungszünder zu unterscheiden. Gegen lebende Ziele wird man Bomben mit hochempfindlichem Zünder und verhältnismäßig geringer Sprengladung (bis 15% des Gesamtgewichts) verwenden, die sofort nach dem Aufschlagen in viele weitfliegende Splitter zerrissen werden (Splitterbomben). Gegen feste Ziele kommt die Minenbombe zum Einsatz, die — mit Verzögerungszünder versehen — durch ihre Lufttreffwucht imstande ist, tief in das Ziel einzubringen, und dann im wesentlichen durch die Stärke der Sprengladung wirkt. Justrow gibt für die Wirkung der Bomben folgende Tabelle (Lufttreffgeschwindigkeit 250 m/sek):

Durchmesser in cm	Gewicht in kg	Lufttreffwucht $\frac{1}{2} m v^2$ in mkg	Eindringungstiefe in lockere Erde
9	12	38 000	4,0 m
18	50	160 000	4,2 "
25	100	320 000	4,4 "
36	300	960 000	6,3 "
55	1 000	3 200 000	9,0 "

bei senkrechtem  
Auftreffen

Peres<sup>11</sup> hat für die Eindringungstiefe  $h$  eine Formel angegeben, die mit den oben angeführten Werten gut im Einklang ist: Ist  $E$  die maximale Lufttreffwucht in mkg,  $d$  der größte Bombendurchmesser in cm und  $w$  eine Materialkonstante,

<sup>10</sup> H unke, a. a. D. S. 68.

<sup>11</sup> Wirkung von Sprengbomben. „Gasschutz und Luftschuß“, 1932, Heft 11, S. 253 ff.

die von der Festigkeit usw. des Ziels abhängt, so ist die maximale Eindringungstiefe  $h$  in m:

$$h = \frac{E}{\pi d^2} \cdot w.$$

In lockerer Erde ist  $w = \frac{1}{150}$ , bei Beton  $\frac{1}{750}$ , sogar bis  $\frac{1}{1500}$ , bei Eisenbeton  $\frac{1}{1500}$  bis  $\frac{1}{2250}$ , bei Stahl  $\frac{1}{16000}$ . Die obige Tabelle läßt sich mit  $w = \frac{1}{150}$  sehr gut bestätigen. Es ist übrigens klar, daß  $h$  auch noch von der Bombenform abhängt. Die Formel gilt für die günstigste Form, die heute ja meist üblich ist, und unter der Voraussetzung, daß die Bombe beim Eindringen in das Ziel nicht zerschellt. — Auch für die Größe des Sprengtrichters sind Formeln aufgestellt worden. Sie sollen übergangen werden. Nach Justrow<sup>12</sup> gab eine 1000 kg-Bombe, die 500 kg Sprengladung enthielt und ganz in der Erde stehend zur Explosion gebracht wurde, einen 3,80 m tiefen und oben 15,50 m breiten Sprengtrichter. Man beachte, daß es sich also nicht um eine abgeworfene Bombe handelt. Bei Beton ist besonders zu bedenken, daß die Bombe wegen der hohen Festigkeit des Stoffes nicht voll eindringt und daher nur der Teil der Sprengladung zur vollen Wirkung auf den Beton kommt, der im Beton „verdämmt“ ist. Bestehen bleibt natürlich die Luftdruckwirkung.

Auch dafür sind Formeln angegeben worden. Ist  $e$  die Entfernung vom Explosionspunkt (in m), so ist für 1000 kg Sprengstoff der Explosionsdruck in  $\text{kg/cm}^2$ :  $p = \frac{23,2 - 0,04e}{1e}$ .<sup>13</sup> Versuche der Chemisch-Technischen Reichsanstalt haben ergeben (für 1000 kg Sprengstoff), daß in 20 m Entfernung  $p = 5 \text{ kg/cm}^2$ , in 40 m Entfernung  $p = 2 \text{ kg/cm}^2$  ist. (Ein massives Haus wird durch einen Luftstoß von  $0,2 \text{ kg/cm}^2$  noch nicht gefährdet!) Auf den Verlauf der Druckwellen beim Explosionsluftstoß soll nicht eingegangen werden.

Für den Luftschutz ist aber von großer Bedeutung, wie man der Bombenwirkung durch geeigneten Schutzbau begegnen kann. Daß diese Schutzräume keinen Schutz gegen Volltreffer selbst mittlerer Bomben bieten sollen und können, dürfte heute allgemein bekannt sein. Sie sollen gegen die Splitterwirkung schützen und müssen so gebaut sein, daß ihre Decke die Last des etwa über dem Schutzraum zusammenbrechenden Hauses tragen kann. Die Berechnung solcher Decken ist meines Erachtens nicht Sache der Schule. Im Physikunterricht sollte aber darauf hingewiesen werden, daß es sich bei der Belastung der Decke nicht nur um den statischen Druck handelt, der von der Last der Trümmer herrührt, sondern daß diese Trümmer ja mit einer gewissen Wucht auf die Decke fallen. Ich verweise hier auf die Ausführungen von Lührs im 4. Heft von „Gaschutz und Luftschutz“ (1934) auf S. 89 ff.<sup>14</sup>

<sup>12</sup> Vgl. Peres a. a. D., S. 256.

<sup>13</sup> Wirth-Muntsch, Die Gefahren der Luft und ihre Bekämpfung. 2. Aufl. (1935), S. 106, wo allerdings versehentlich  $\text{kg/m}^2$  als Maß für  $p$  angegeben wird.

<sup>14</sup> Vgl. auch Peres-Lischer, Das luftgeschützte Haus (Berlin) und besonders Schoßberger, Bautechnischer Luftschutz (Berlin, 1934).

Ein zweites Kapitel, das zweckmäßig als geschlossenes Gebiet besprochen wird, ist das Verhalten der Kampfstoffe in der Luft und im Filter der Gasmaske. Da diese Erscheinungen aber auch in der Chemie behandelt werden, muß auf geeignete Arbeitsteilung gesehen werden. Physikalisch wichtig ist zunächst die Tatsache, daß die Kampfstoffe nach der Detonation der Bombe teils in gas- oder dampfförmigen Zustand, d. h. also in molekularer Dispersion mit Teilchen unter  $10^{-8}$  cm Durchmesser, teils als Schwebstoffe, d. h. in kolloidaler Verteilung mit Teilchen zwischen  $10^{-6}$  und  $10^{-4}$  cm Durchmesser, und zum Teil auch in kleinen Tropfen (besonders Löst) in der Luft vorhanden sind. Die letzteren fallen nach kurzer Zeit zu Boden, die Schwebstoffteilchen dagegen können sich sehr lange schwebend in der Luft halten. Sie besitzen eine mehr oder weniger lebhaft Brownsche Bewegung, die man den Schülern z. B. bei Zigarettenrauch unterm Mikroskop zeigen sollte.<sup>14a</sup> Ebenso sinken auch die gas- und dampfförmigen Kampfstoffe, obwohl sie spezifisch schwerer sind als die Luft, nicht zu Boden. Die Kampfstoffluftwolke verhält sich infolge der immerhin geringen Kampfstoffkonzentration im wesentlichen so wie die Luft selbst. Im freien Gelände zieht sie mit dem Winde ab; besonders aufsteigende Luftströme führen sie gut fort und sorgen für ihre Verteilung. In geschlossenen Höfen, engen Straßen, Mulden, Kellern usw. wird sich die Wolke dagegen verhältnismäßig lange halten. Entgegengetreten werden muß also vor allem dem Gedanken, daß „Kampfstoffhaltige Luft zu Boden sinkt und dort hochkonzentrierte Schwaden bildet, daß sie in Geländevertiefungen, Keller und dgl. hinabfließt“.<sup>15</sup> Dasselbe gilt für Schwebstoffwolken. Wären die Kampfstoffe allerdings spezifisch leichter als die Luft, so würde das Aufsteigen in höhere Luftschichten viel schneller erfolgen, und es wäre unmöglich, genügende Konzentrationen lange genug in Bodennähe zu halten.

Die verschiedene Größe der Teilchen bedingt ihr Verhalten gegenüber den Filtern. Staub und andere größere Teilchen werden wie in einem Sieb von einem feinporigen Schwamm oder in Watte zurückgehalten (Staubfilter). Schwebstoffe müssen in Stoffen mit besonders feinen, stark verästelten Poren abgefangen werden. Als solch ein Schwebstofffilter diente im Kriege der Schnappdeckel, der vor das gewöhnliche Filter geschaltet wurde und der aus mehreren Lagen Fließpapier bestand. Seine Wirksamkeit war gering. Er schützte nur gegen grobe Schwebstoffteilchen und bei geringer Konzentration.<sup>16</sup> Die modernen Schwebstofffilter enthalten z. T. auch gepreßten Zellstoff, haben aber dann eine viel größere Oberfläche. Sie bieten auch gegen kleinste Schwebstoffteilchen einen guten und ausreichenden Schutz. — Gase und Dämpfe lassen sich durch derartige Filter nicht zurückhalten. Bei ihnen verwendet man einerseits die chemische Bindung in der sogenannten Mundschicht des Filters (Wimsklies oder Diatomit, die mit den entsprechenden Reagentien getränkt

<sup>14a</sup> Versuchsanordnung z. B. in Pechold-Scharf, Versuche zum Luftschutz. 2. Aufl., S. 49 ff.

<sup>15</sup> Nielsen in Knipfer-Hampc, Der zivile Luftschutz. Berlin (Verlag D. Stollberg), S. 234.

<sup>16</sup> Man blase Zigarettenrauch durch das Filter mit Schnappdeckel!



sind) und andererseits die Adsorption in einer Schicht aktiver Kohle. Diese aktive Kohle hat kristallinische Struktur. Aber nicht alle kristallinen Kohlenstoffarten zeigen diese Eigenschaft. Natürlicher Graphit, Achesongraphit und Retortengraphit haben kaum ein meßbares Adsorptionsvermögen. Trotzdem konnten Hofmann und Lemcke<sup>17</sup> zeigen, daß aktive Kohle aus Graphitkristallen besteht.<sup>18</sup> Der Unterschied gegenüber natürlichem Graphit besteht nur in der Kristallgröße. Die Folge davon ist, daß die Oberfläche der Aktivkohle pro Gramm Kohlenstoff mehrere tausendmal größer ist als beim gewöhnlichen Graphit. Durch die Größe der Oberfläche ist aber die Adsorptionswirkung bedingt. „Die aktiven Eigenschaften des Kohlenstoffes sind also an sich Eigenschaften der Oberfläche des Graphitkristalls. Sie werden aber nur auffallend, wenn diese Oberfläche durch Aufteilung in sehr kleine Kristalle sehr große Werte erreicht.“<sup>19</sup> Bei den Aktivkohlen kommt hinzu, daß sich ihre Kristalle „zu schwammartigen Gebilden, deren Inneres durch Poren zugänglich ist,“<sup>20</sup> verbinden. Das ergibt eine weitere Vergrößerung der Oberfläche. Sie beträgt 500—1000 m<sup>2</sup> pro Gramm Aktivkohle. Eine Erklärung für die eigentliche Adsorption fehlt noch. Hofmann=Lemcke halten es für möglich, daß es sich um einen chemischen Vorgang handelt (Chemisorption). Die „ungefättigte Natur der Schichtebenenränder“ der Graphitkristalle würde dann für die Adsorption verantwortlich zu machen sein.<sup>21</sup>

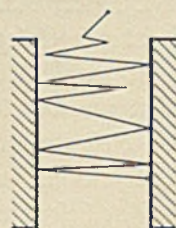
Zu erklären bliebe dann noch die eigentümliche Tatsache, daß die Schwebstoffteilchen das Kohlefilter durchschlagen und nicht adsorbiert werden. Hierbei ist zu bedenken, daß die Gas- und Dampfmoleküle eine so starke Eigenbewegung besitzen, daß sie schon nach kurzer Zeit irgendwo die Oberfläche eines Kristalls im Kohlefilter treffen. Die Schwebstoffe zeigen aber nur noch die viel langsamere Brownsche Bewegung. Sie werden daher nur verhältnismäßig selten auf die aktive Oberfläche kommen und finden daher zum großen Teil ihren Weg durch die Poren und Zwischenräume des Filters (Abbildung 3).



*Staub*  
wird mechanisch wie auf einem Sieb aufgefangen.



*Rauch und Nebel*  
werden in den Porenverästelungen aufgefangen, an die sie durch ihre Eigenbewegung kommen.



*Gase*  
kommen durch ihre sehr starke Eigenbewegung auch bei weiten Poren an die Filterwandung.

Abb. 3. Schematische Darstellung der Filterwirkung.

<sup>17</sup> „Die Gasmaske“, 1933 (Heft 5), S. 129 ff.

<sup>18</sup> Vgl. auch die ältere Arbeit von Debye und Scherrer in der Physik. Zeitschrift 18 (1917), S. 291.

<sup>19</sup> Hofmann=Lemcke, a. a. D., S. 132.

<sup>20</sup> Ebenda S. 133.

<sup>21</sup> Hofmann=Lemcke, a. a. D., S. 134.

Als letztes Gebiet bespreche ich die Lehre vom Flugzeugeschall und von der akustischen Ortung der Flugzeuge durch Hörchgeräte.

Auf diesem Gebiete der Physik ist es meines Erachtens so, daß durch die Einbeziehung der Flugphysik das Interesse der Schüler wesentlich gestärkt werden kann. Ich möchte daher nur jedem Lehrer empfehlen, die kleine Schrift des Dreslauer Professors für Physik E. Waegmann, Schule des Hörschens<sup>22</sup> genau zu studieren und für den Unterricht in der Akustik auszuwerten. Da Waegmann Flugzeug und Luftschuß völlig ausreichend berücksichtigt, möchte ich auf ihn verweisen und mich darauf beschränken, die Probleme und Anknüpfungspunkte kurz anzugeben, die hier in Frage kommen:<sup>23</sup> Schallquellen beim Flugzeug (Motor, Propeller, Flugzeug als Ganzes, Verspannungen usw.; Streben nach dem geräuschlosen Flugzeug; Angriff aus großer Höhe mit gedrosseltem Motor),<sup>24</sup> der Flugzeugeschall (S. 54/56), die beiden Gruppen der Flugzeuggeräusche (S. 56; dunkles Brummen und helles Zischen), das Propellergeräusch und der durch die Umdrehungszahl bedingte „Drehklang“ des Propellers (S. 57), die Verstärkung des Propellerschalls durch Nähern einer Fläche,<sup>25</sup> die bei Flugzeugen mit zwei Motoren auftretenden Schwebungen, die für das Ohr besonders gut wahrnehmbar sind und in manchen Fällen Rückschlüsse auf die Art des ankommenden Flugzeuges gestatten (S. 60), die Schwierigkeiten der akustischen Wahrnehmung und Ortung wegen der Witterungseinflüsse, die noch lange nicht genügend bekannt sind (S. 63) usw.

Besonders zu begrüßen wäre es meines Erachtens, wenn sich viele Lehrer durch das Büchlein von Waegmann auch dazu anregen ließen, auf Wandertagen und bei anderen Gelegenheiten den Flugzeugeschall zu beobachten. Die auf S. 65 und an anderen Stellen des Heftes beschriebenen Erscheinungen stellen eine gute Möglichkeit zur Schulung der Beobachtung dar.<sup>26</sup>

An diese Betrachtungen zum Flugzeugeschall wird man einiges über die Hörchgeräte anschließen. Die Forderungen, die an ein gutes Hörchgerät zu stellen sind, betreffen besonders die Reichweite, die Richtgenauigkeit und die Klangtreue. Auf die Konstruktionen im einzelnen wird man sich kaum einlassen können. Es dürfte genügen, wenn den Schülern gesagt wird, daß diese Apparate entweder so gebaut sind, daß man in Richtung des stärksten Schalls einstellt (Maximalprinzip) oder daß man den Schall mit zwei Trichtern aufnimmt, zu beiden Ohren führt und dann

<sup>22</sup> Leipzig 1934 (W. G. Teubner).

<sup>23</sup> Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf das genannte Buch von Waegmann.

<sup>24</sup> Vgl. hierzu Hunte, a. a. O., S. 87.

<sup>25</sup> S. 58 beschreibt Waegmann folgenden Versuch, der in den meisten Schulen nachgemacht werden kann: „Auf der Achse eines Elektromotors wird ein Modellpropeller befestigt und auf eine Drehzahl von etwa 1400 in der Minute gebracht. Das entstehende Geräusch ist nicht stark. Nähert man aber ein in waagerechter Ebene gehaltenes Stück Pappe der Ebene, in der der Propeller kreift, so entsteht ganz starker Schall, dessen Art dem Schall eines Flugzeuges völlig entspricht.“

<sup>26</sup> Vgl. auch meine Ausführungen im Abschnitt „Luftschußübungen“, S. 283 dieses Buches.

so lange dreht, bis man den Schalleindruck als Mitteneindruck hat (Binauralprinzip). Zur Feststellung der Höhe benutzt man meist ein zweites Trichterpaar, das von einem zweiten Beobachter bedient wird. Die nach diesem Prinzip ge-

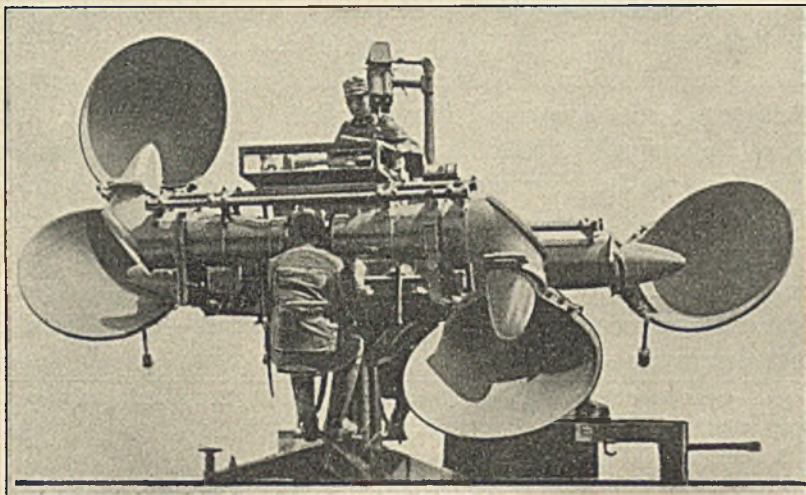


Abb. 4. Goerz-Richtungshörer (Binauralprinzip).

bauten Hörgeräte werden heute fast ausschließlich benutzt. Die Empfänger sind Trichter, Paraboloide oder Exponentialflächen (Exponentialgeräte). Zur Verstärkung des Schalls nimmt man sehr große Öffnungswinkel. Nur für die hohen Töne, die z. B. beim Gleitflug auftreten, eignen sich kleine Trichter besser.<sup>27</sup> Wichtig ist, daß die Leitung des Schalls vom Empfänger zum Ohr möglichst ohne Schläuche erfolgt. Auf die interessante Lösung dieses Problems beim Goerz'schen Richtungshörer, der das Paraboloid des Empfängers mit einem konfokalen Ellipsoid derart vereinigt, daß das Ohr in

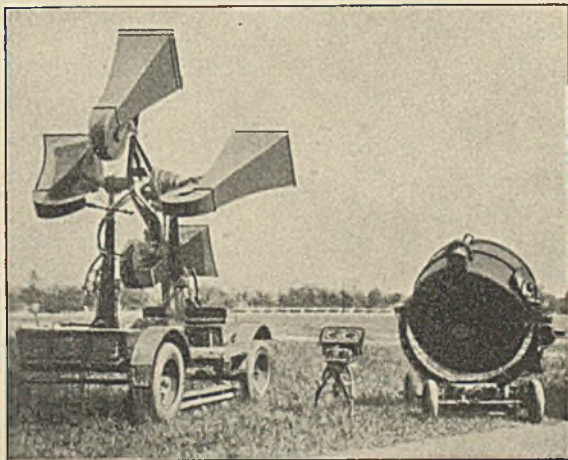


Abb. 5. Amerikanisches Exponentialgerät (Binauralprinzip).

den zweiten Brennpunkt des Ellipsoids gebracht wird, kann hier oder im Mathematikunterricht hingewiesen werden. Zwei Abbildungen solcher Hörgeräte sollen eine Vorstellung von den verschiedenen technischen Ausführun-

<sup>27</sup> Bachmann, a. a. D., S. 61.

gen geben (Abb. 4 und 5).<sup>28</sup> Ein Wort noch über die Leistungen der Horchgeräte. Die Angaben darüber sind nicht ganz einfach, weil sie nicht nur von den Witterungs- umständen stark abhängen, sondern auch subjektiv durch den aufnehmenden Horcher bedingt sind. Vergleicht man die Horchleistung mit und ohne Apparat, so sind wenigstens die subjektiven Einflüsse fast ausgeschaltet. Die so erhaltene Reichweiten- vergrößerung beträgt im Durchschnitt 2 bis 3. Wachmann<sup>29</sup> betont, daß die dop- pelte Reichweite bereits eine gute Leistung darstellt. Er selbst erreichte allerdings mit einem sehr großen Paraboltrichter (3,20 m Öffnungsdurchmesser und 0,80 m Tiefe) eine fünffache Vergrößerung der Reichweite.<sup>30</sup> Um einen Anhalt für die ab- solute Reichweite zu geben, sei erwähnt, daß man Flugzeuge bei Tage ohne Apparat etwa 3—7 km weit hört. Bei ungünstigen Bedingungen kann die Reichweite aber auch unter 3 km liegen. Bei Nacht ist sie meist größer. — Für die Exponential- horchapparate kann man mit absoluten Reichweiten von 11—18 km, beim Goerz- richtungshörer von 12—20 km<sup>31</sup> rechnen.

<sup>28</sup> Weitere Angaben über Horchgeräte z. B. bei Hünke, a. a. D., S. 85 ff. und bei Eggebrecht, „Gaschutz und Luftschutz“, 1934, Heft 3, S. 63 ff.

<sup>29</sup> A. a. D., S. 65.

<sup>30</sup> Wachmann, Zeitschrift für technische Physik, 1921, S. 191 f.

<sup>31</sup> Eggebrecht, a. a. D., S. 64.

## Luftfahrt, Luftschuß im Chemieunterricht

Von Hermann Pechold

Die Zielsetzung des Chemieunterrichts muß doppelter Art sein: Einmal gilt es, junge Menschen im Rahmen der allgemeinen Schulbildung in das Sein und Werden der für uns so bedeutungsvollen Wissenschaft Chemie einzuführen, zum andern ist es notwendig, gerade hier unsere Schüler die Lebensnähe der Schulstube empfinden zu lassen, indem sie in den Darlegungen technischer und wirtschaftlicher Art die Auswirkungen chemischer Forschung und praktischer Arbeit aufs Leben unseres Volkes verspüren. Das Werden des neuen Deutschlands hat auch dem Chemieunterricht seine besonderen, wichtigen Aufgaben<sup>1</sup> gegeben, von denen die Erfassung der Bedeutung der Chemie für die Luftfahrt und den Luftschuß als besonders wichtiges Unterrichtsziel bezeichnet werden muß.

Bei der Lösung der Frage nach der methodischen Behandlung dieser neuen Unterrichtsaufgaben lassen sich zwei Wege unterscheiden. Es ist möglich, in Sonderabschnitten die Wichtigkeit der Chemie für Luftfahrt und Luftschuß zu behandeln oder dem gewählten methodischen Lehrgange als Teilgebiete die eben genannten Disziplinen einzugliedern. Bedenkt man, daß Wissenschaft und Industrie der Chemie sich auf den verschiedenen Gebieten unseres deutschen Volkslebens auswirken und zwar in einer derart starken Weise, daß das Verständnis dafür in unserer deutschen Jugend erweckt werden muß, dann wird es klar, daß die Behandlung in Sonderabschnitten die Gefahr einer Auflösung des chemischen Unterrichtsganges mit sich bringt. Eigene Erfahrungen haben gezeigt, daß auf diesem Wege der aufbauende und gedankliche Zusammenhang nur zu leicht verlorengeht und daß an Stelle anschaulichen Verständnisses und wirklichen Könnens totes Einzelwissen entsteht, das nur zu bald wieder verschwindet. Um so aussichtsreicher ist der Weg, in organischem Zusammenhange mit dem chemischen Lehrgange all die Fragen zu behandeln, die für die Luftfahrt und den Luftschuß wichtig sind. Um aber andererseits den Überblick über die Gesamtbedeutung der Chemie für die genannten Gebiete nicht verlorengehen zu lassen, sind unterrichtliche Zusammenfassungen von Zeit zu Zeit nötig. Wiederholungen, schriftliche Ausarbeitungen, Vorträge, Lichtbildvorführungen, Besuche von Ausstellungen und industriellen Werken, weiterführende experimentelle Arbeiten in den Arbeitsgemeinschaften u. a. m. geben dazu genügend Gelegenheit.

In Verfolg der oben dargelegten Gedankengänge ist für die folgende Darstellung auch der Weg gewählt worden, bei den einzelnen Abschnitten des chemischen Unter-

<sup>1</sup> Vgl. H. Pechold, Chemie, in: Die Berufsvorbildung der Philologen als Frage der Nation. Monatschrift f. höh. Schulen. 1935, Band 34, Seite 132 ff.

richts die Bedeutung für Luftfahrt und Luftschuß zu behandeln. Auch bei voller Freiheit der Wahl des methodischen Unterrichtsweges wird die Eingliederung der einzelnen Abschnitte keine Schwierigkeiten bereiten.

## I. Luftfahrt und Chemieunterricht

### A. Anorganische Chemie

#### a) Die Gase

In diesem Abschnitt werden die Stoffgebiete der Chemie behandelt, die unter gewöhnlichen Bedingungen im gasförmigen Zustand befindliche Elemente, Verbindungen oder Gemische umfassen, die für einzelne Gebiete der Luftfahrt Bedeutung haben. Es läßt sich hierbei wie auch in den folgenden Abschnitten nicht vermeiden, daß einzelne Stoffe wie z. B. die Luft sowohl im Kapitel „Luftfahrt“ wie im Kapitel „Luftschuß“ betrachtet werden müssen. Zur Vermeidung von Wiederholungen wird auf die Stellen verwiesen werden, an der die eingehende Behandlung Platz findet.

1. Die Luft. Ballon, Luftschiff und Flugzeug werden in der Luft getragen, der Motor benötigt die Luft für den Verbrennungsvorgang in seinen Zylindern, die Luft ist für den Menschen zur Atmung nötig.

Die Ermittlung der physikalischen Eigenwerte der Luft, die auch in der Chemie unentbehrlich sind, wird sich auf der Unterstufe auf die experimentelle Bestimmung des spezifischen Gewichtes bzw. des Litergewichtes, einer einfachen Behandlung des Verhaltens der Luft bei wechselndem Druck und Temperatur beschränken. Auf der Oberstufe wird das physikalische Verhalten der Luft und allgemein aller Gase eingehender untersucht werden. Dazu tritt die Abnahme des Luftdrucks in verschiedenen Höhen. Diese Aufgaben werden in enger Zusammenarbeit mit dem physikalischen Unterricht bearbeitet werden, zu einem verständnisvollen Eindringen in die Erscheinungen des Fliegens in der Luft, der Luftströmungen, des Luftwiderstandes u. a. m. muß aber unbedingt eine Vertrautheit der Schüler mit den bezeichneten Eigenschaften der Luft erreicht werden. Anleitung zur experimentellen Behandlung geben u. a. die Bücher von Rosenberg, Experimentierbuch; Hahn-Koch, Physikalische Schülerübungen; Arendt-Doermer, Technik der Experimentalchemie; Scheid, Vorbereitungsbuch für den Unterricht in der Experimentalchemie; Forkler, Chemie und Mineralogie; Reinfurth, Die Naturlehre in der Volksschule.

Die mit der Flughöhe abnehmende Leistung des Motors kann in erheblichem Maße durch die „Aufladung“, d. h. durch Vorverdichtung der Verbrennungsluft<sup>1a</sup> wieder gesteigert werden. Im Zusammenhange mit den in der Chemie behandelten Verbrennungsvorgängen ist die Wirkung dieser Hilfsmaßnahme ohne weiteres verständlich.

Für die Verbrennungsvorgänge im Motor, besonders aber für die Atmung,

<sup>1a</sup> Bal. S. 149.

hauptsächlich die durch Sauerstoffzufuhr gestützte Atmung des Menschen in großen Höhen<sup>2</sup> und in der Überdruck-Höhenkammer ist die Zusammensetzung der Luft von ausschlaggebender Bedeutung. Das Kapitel über den Gasschutz in dem Hauptteil „Luftschutz und Chemieunterricht“ wird die Ermittlung der Zusammensetzung der Luft und die menschliche Atmung<sup>3</sup> zur Darstellung bringen. Die Änderung der Mengenverhältnisse der Bestandteile der Luft mit zunehmender Höhe gibt am anschaulichsten eine graphische Darstellung<sup>4</sup>, die durch eine Tafel (Schülerarbeit) oder das Lichtbild veranschaulicht wird.

Bei den Verwendungsmöglichkeiten des Sauerstoffs wird die Wirkung des Schneid-<sup>5</sup> und Schweißbrenners im Versuch wie in bildlicher Darstellung erläutert, seine Bedeutung für die Metallbearbeitung<sup>6</sup> im Flugzeug- und Luftschiffbau hervorgehoben. In unmittelbarem Zusammenhange damit stehen Wasserstoff und besonders Acetylen.

2. Die Füllgase: Wasserstoff, Leuchtgas, Helium. Die bekantten Schulversuche, die das geringe Gewicht des Wasserstoffs im Verhältnis zur Luft zeigen, führen zu den „Luftfahrzeugen leichter als Luft“. Freiballon, Fesselballon und Luftschiff erhalten eine kurze geschichtliche Würdigung, die hier im Chemieunterricht besonders auf die Eigenschaften, Vorteile, Gewinnung und Wirtschaftlichkeit der Füllgase: Leuchtgas, Wasserstoff und Helium eingeht. In diesem Zusammenhange ist es durchaus angebracht, im einfachen Reagenzglasversuch aus einigen Stückchen Steinkohle (am besten eignet sich Faulschlammkohle) Leuchtgas zu entwickeln. Die technische Gewinnung des Wasserstoffs als Nebenprodukt der Kochsalzelektrolyse<sup>7</sup> und durch Elektrolyse von Kalilauge<sup>7</sup> kann ebenso im Schulversuch gezeigt werden wie das auf der Reduktion von Eisenerzen<sup>7</sup> mit Wassergas und nachträgliche Überleitung von Wasserdampf über das durch Reduktion gebildete Eisen beruhende Verfahren. Die Hauptquelle der industriellen Wasserstofferzeugung<sup>7</sup>, Drydation von Wassergas durch Wasserdampf und Herauslösen des entstandenen Kohlendioxids aus dem Gasgemisch, wird durch Tafel und Lichtbild erläutert werden.

Versuche mit dem Heliumgas, das als Füllgas<sup>8</sup> zunächst von den Vereinigten Staaten für die Luftschiffe angewandt wurde, lassen sich mit Schulmitteln nicht zeigen, wenn auch nicht verabsäumt werden dürfte, das Emissionsspektrum des Heliums mit einer Plücker'schen Röhre zu zeigen. Das Verfahren, das in Erdgas-

<sup>2</sup> N. Jung, Zur Physiologie und Hygiene der Luftfahrt. Luftfahrt und Wissenschaft, Heft 3. Berlin 1912. Vgl. auch Seite 219/20.

<sup>3</sup> E. Gillert, Zur Kenntnis der Atmungsvorgänge. Gasschutz und Luftschutz, S. 224 ff. Berlin 1933.

<sup>4</sup> Datsch, Luftfahrt, Abbildung S. 13. Berlin 1935.

<sup>5</sup> Niese-Krökel, Das autogene Schweiß- und Schneidverfahren. Sammlung Götschen. Berlin 1929.

<sup>6</sup> Dräger, Geräte für autogene Metallbearbeitung. Draeger-Hefte, Nr. 178. Lübeck 1935.

<sup>7</sup> Vgl. Ost-Kassow, Lehrbuch der chemischen Technologie. Leipzig 1936.

<sup>8</sup> Vgl. Remy, Lehrbuch der anorganischen Chemie. Leipzig 1931/32.

quellen zu noch nicht 0,5% enthaltene Helium durch das Lінде-Verfahren bis auf 90% anzureichern, ist in seiner Grundlage durch die Luftverflüssigung nach Lінде wohl schon bekannt.

Der Unterschied im Auftrieb der drei Füllgase zeigt sich deutlich bei der Durchrechnung einfacher Aufgaben, deren Grundlage die Litergewichte der Gase sind.

3. Die Leuchttröhrengase Neon und Argon. Die Edelgase Neon und Argon finden zur Füllung der Leuchttröhren, oft in Gemischen mit Helium, Anwendung. Um die Landung bei Nacht im Flughafen zu sichern, werden diese Leuchttröhren in Hindernisfeuern, Umrandungsfeuern und Windrichtungsanzeigern benutzt. Die Wirkung dieser Leuchten wird an Plücherschen Röhren gezeigt.

4. Die Auspuffgase der Motore. Bei richtig eingestelltem Motor enthalten die Auspuffgase<sup>9</sup> Stickstoff, Kohlendioxyd und Wasserdampf, daneben nur in Bruchteilen von Prozenten Wasserstoff, Methan und Kohlenoxyd. Bei schlechter Einstellung des Motors, mit wechselnder Tourenzahl und Belastung kann der Gehalt an den zuletzt genannten Gasen bis zu mehreren Prozenten steigen. Ein Auftreten von Kohlenoxyd, Methan oder Wasserstoff in den Auspuffgasen bedeutet Energieverlust, denn diese Gase besitzen noch unausgenutzten Heizwert. Kohlenoxyd ist außerdem für den Menschen ein sehr starkes Gift, das sich allerdings nur auswirkt, wenn der Motor in geschlossenen Räumen läuft<sup>10</sup>.

Untersuchungen von Auspuffgasen geben im Klassenunterricht, besonders aber in den Arbeitsgemeinschaften, gute Gelegenheit, die für die Technik so wichtige Gasanalyse an einem praktisch wirklich wichtigen Beispiel zu üben. Mit der Phosphorpipette<sup>11</sup> wird der Sauerstoffgehalt, mit der Kalipipette<sup>11</sup> der Kohlendioxydgehalt, mit der Kupfer-Chlorid-Pipette<sup>12</sup> das Kohlenoxyd bestimmt. Wasserstoff und Methan zu bestimmen, ist für die Schule unwichtig. Besteht aber Interesse dafür, z. B. mit Rücksicht auf das Ziel der Durchführung einer Leuchtgasanalyse, dann ist diese Bestimmung nach der Sägerschen Methode<sup>12</sup> durch Verbrennung des Wasserstoffs über gering erwärmtem Kupferoxyd, nachheriger Verbrennung des Methans über bis zur Rotglut erhitztem Kupferoxyd auch unschwer mit geschickten Schülern durchführbar. In jedem Falle ist der qualitative Nachweis von Kohlendioxyd mit Kalk- oder Baritwasser und von Kohlenoxyd mit dem leicht zu bereitenden Silberreagens<sup>11</sup> schnell durchführbar. Die Besichtigung einer Industrieanlage mit Heizungen, Gasgeneratoren o. ä. wird die Gelegenheit bieten, die Bedeutung der Gasanalyse, zumal in ihrer automatischen Durchführung, zu zeigen.

<sup>9</sup> Wirth, Brennstoffchemie. Berlin 1922; Wirth und Muntsch, Die Gefahren der Luft und ihre Bekämpfung, S. 60ff. Berlin 1935.

<sup>10</sup> Vgl. Seite 228.

<sup>11</sup> Pehold-Scharf, Versuche zum Luftschutz. Leipzig 1936.

Rischbieth, Quantitative chemische Versuche. Hamburg 1928.

<sup>12</sup> Molbenhauer, Chemisch-technisches Praktikum. Berlin 1925.

Schustan, Gasanalyse in der Technik. Leipzig 1931.



## b) Flüssigkeiten

Unter den Flüssigkeiten, die dem Gebiete der anorganischen Chemie angehören und für die Luftfahrt irgendwie von Bedeutung sind, ist das Wasser von übertragender Wichtigkeit. Die Schwefelsäure ist zwar für die Raffination der Treibstoffe unentbehrlich, der Gehalt an Mineralsäuren ist bei der Korrosionswirkung von Wasser und Kraft- bzw. Schmiermitteln von entscheidendem Einfluß, es soll aber genügen, bei der späteren Besprechung der Treib- und Schmiermittel die Bedeutung dieser Säuren zu streifen.

1. Das Wasser. Neben der Luft als Kühlmittel für Zylinder- und Kolbenmaterial der Flugzeug- und Luftschiffmotoren nimmt das Wasser<sup>13</sup> die Hauptstellung ein. Da beim Erwärmen natürliches Wasser Kesselstein abscheidet, so erscheint zunächst der Gebrauch destillierten Wassers als Kühlmittel einleuchtend. Destilliertes Wasser nimmt aber in kurzer Zeit Sauerstoff und Kohlendioxyd wieder auf und wirkt dadurch metallzerstörend (korrodierend). Zur Veranschaulichung eignen sich Versuche, die die Löslichkeit von Kohlendioxyd und Sauerstoff in frisch destilliertem Wasser zeigen (z. B. Benutzung einer Gasbürette<sup>14</sup> mit Niveaugefaß, 50—75 cm<sup>2</sup> Gas, 50 bzw. 25 cm<sup>2</sup> Wasser enthaltend, umschütteln und feststellen, wie weit das Sperrwasser nachsteigt). Lehrreich ist auch der umgekehrte Versuch: Destilliertes Wasser wird längere Zeit mit Luft geschüttelt, dann wird aus einem abgemessenen Volumen (z. B. 1 l) des Wassers die gelöste Luft durch Kochen ausgetrieben und in einem Meßrohr aufgefangen. Daran schließt sich eine Analyse der Wasserluft. Die Bedeutung des Kohlendioxyds und des Sauerstoffs für den Kost- bzw. Korrosionsvorgang zeigt man z. B. nach den Angaben Scheids.<sup>15</sup>

Um Destillate als Kühlwasser verwenden zu können, müssen sie ausreichend entgast werden, ein Vorgang, dessen Umständlichkeit die Verwendung destillierten Wassers (Kondenswassers) meist ausschließt.

Das am meisten als Kühlmittel benutzte Brunnen- und Leitungswasser<sup>16</sup> enthält gelöst neben Alkalisalzen Magnesiumsulfat, Kalziumsulfat und namentlich Bikarbonate des Kalziums und Magnesiums, außerdem gelegentlich Ferroionen, auch Manganionen. Zum Nachweis und zur mengenmäßigen Bestimmung dieser Stoffe gibt das bereits zitierte Buch von Moldenhauer eingehende Anweisungen. Für die einfache Bestimmung der Härte genügen die Angaben in den Experimentieranleitungen von Arendt-Doermer und Scheid. Die Enthärtung des Wassers zur Herabminderung der Kesselsteinbildung durch Ausfällung der Kesselsteinbildner durch Zusatz von Ätzalkali und Soda oder Ätznatron läßt sich experimentell ebenso einfach zeigen wie der Unterschied der schwindenden und der bleibenden Härte des

<sup>13</sup> Schaefer, Flugmotorenkunde. Berlin 1934.

<sup>14</sup> Rischbieth, Quantitative chemische Versuche, S. 7. Hamburg 1928.

<sup>15</sup> Scheid, Vorbereitungsbuch für den Experimentalunterricht in Chemie. Leipzig 1926.

<sup>16</sup> Lehrbücher der chemischen Technologie von Ost-Kassow, Neumann, Henglein und Lange. Paarmann, Chemie des Waffen- und Maschinenwesens. Berlin 1936.

Wassers. Die Permutitreinigung<sup>16,17</sup> des Wassers wird mit einer Permutitprobe (Permutit A.-G., Berlin) gezeigt. Zur Befreiung des Kühlwassers von Eisen und Mangan ist ein besonderer Manganpermutit geeignet. Bei geringem Eisengehalt ist das Durchlüftungsverfahren in Gebrauch, bei dem der Sauerstoff der Luft in inniger Berührung mit dem zerstäubten Wasser das zweiwertige Eisen zu dreiwertigem Eisen<sup>17</sup> oxydiert, das zunächst als kolloides Eisen-III-hydroxyd auftritt und dann durch Kontaktwirkung, Prall- und Druckwirkung koaguliert wird.

Um in der Kälte das Einfrieren des Kühlwassers zu verhindern, werden ihm Frostschutzmittel zugesetzt. Glycerin, Brennspiritus, Methylalkohol sind als solche brauchbar. Die Eignung dieser Stoffe als Frostschutzmittel ist durch Einbringen einer derartigen Wasser-Frostschutzmittel-Mischung mit Reagenzglas und Thermometer in eine Kältemischung nachzuweisen. Auch der zweiwertige Alkohol Glykol findet als Frostschutzmittel Verwendung, wichtig ist aber auch seine Anwendung in unverdünnter Form als Kühlflüssigkeit. Infolge seines bei 197° gelegenen Siedepunktes sind Betriebstemperaturen bis gegen 140° zulässig, es wird somit ein gegenüber Wasser bedeutend größeres Temperaturgefälle und dadurch eine Verminderung der Kühloberfläche erzielt, ein Fortschritt bei dem Bau von Schnellflugzeugen.

### c) Die Metalle

#### 1. Die Nichteisenmetalle

a) Die Leichtmetalle. Unter Leichtmetallen im technischen Sinne versteht man in der Hauptsache die Metalle Aluminium und Magnesium und ihre Legierungen. Die Entwicklung der Industrie<sup>18</sup> dieser Metalle ist mit dem stürmischen Aufschwung der Luftfahrt aufs engste verknüpft. Aus diesem Grunde ist die Zahl der Legierungen, die auf den Markt gebracht worden sind, in den letzten Jahrzehnten ins Ungemessene gewachsen. Für unseren Chemieunterricht, der ja an allen Schularten immer in zeitlicher Bedrängung steht, ist es die entscheidende Lebensfrage, nur Wichtigstes zur Behandlung heranzuziehen. Soll der Schüler auch am Fortschritt der Leichtmetallindustrie die Verbundenheit und wechselseitige Förderung von Forschung und Industriezweigen erkennen, dann muß aus der verwirrenden Fülle der Leichtmetallwerkstoffe eine Auswahl getroffen werden, durch die wichtige Fortschrittsstufen in Erscheinung treten. Als solche sind folgende Typen<sup>19</sup> zu bezeichnen: Die Siluminlegierungen, die Duraluminlegierungen, die Magnaliumlegierungen und die Elektronlegierungen.

Das grundlegende metallurgische Verfahren für die Ausgangsmetalle Magnesium und Aluminium kann in geschichtlich wichtiger Anordnung durch die Schmelzflußelektrolyse in Tonpfeife und mit Stricknadelelektroden oder besser nach Lüpke im Porzellantiegel an der Darstellung von Magnesium gezeigt werden. Auch die Darstel-

<sup>17</sup> Dlazewski, Chemische Technologie des Wassers. Sammlung Götschen. Berlin 1925.

<sup>18</sup> Guertler, Der Aufstieg des Leichtmetalles, in: Forschung tut not, Heft 6. Berlin 1933.

<sup>19</sup> Aluminium-Taschenbuch, 1936.

lung von Aluminium ist mit Schulmitteln möglich<sup>20</sup>. Neben den Schulversuch tritt der technische Ausflug in ein Aluminiumwerk. Der Hinweis auf die Beteiligung von Magnesium- und Aluminiumverbindungen am Aufbau der Erdrinde, Lichtbilder u. ä. zur Erläuterung der Metallurgie der Leichtmetalle und statistische Angaben über die Entwicklung der Preisfrage, über Gewinnung und Verbrauch zeigen die zunehmende Bedeutung der Leichtmetalle. Besondere Behandlung muß der Fundortfrage zuteil werden, ganz besonders mit Rücksicht auf die Friedens- und Kriegsrrohstoffwirtschaft Deutschlands. Die Leichtmetalle als Ersatzstoffe für Legierungen, bei deren Herstellung unsere Industrie stark auf die Einfuhr angewiesen ist, eignen sich zur Behandlung in einem zusammenfassenden Abschnitt.

Neben den durch zahlreiche Versuche darzulegenden chemischen Eigenschaften der Metalle Aluminium und Magnesium, wobei das Verhalten bei Erhitzung und gegenüber Wasser und anderen Flüssigkeiten im Sinne der Korrosionsbeständigkeit ausgewertet wird, sind in Zusammenarbeit mit dem Physikunterricht die physikalischen Eigenschaften der beiden Metalle zu klären. Spezifisches Gewicht, Schmelzpunkt, spezifische Wärme, Elastizitätseigenschaften einfachster Art und Zugfestigkeit, auch die elektrische Leitfähigkeit lassen sich mit Schulmitteln, besonders unter Zuhilfenahme der Arbeitsgemeinschaften, ermitteln. Für die für alle Metalle so wichtige Werkstoffprüfung ist nach entsprechender Vorbereitung im Unterricht der Besuch eines Werkstoffprüflaboratoriums besonders lohnend. Die in größeren Städten häufiger stattfindenden Ausstellungen geben hierfür oft recht gute Gelegenheit (Werkstoffschau; Deutsches Volk, Deutsche Arbeit; Automobilausstellungen; Flugzeugschauen u. a. m.). Mit Rücksicht auf die Ermittlung der Zusammensetzung der Al- und Mg-Legierungen gewinnen die analytischen Nachweise der beiden Elemente auch methodische Bedeutung.

Die Legierungen geben für Arbeitsgemeinschaften ein recht fruchtbares Thema. Die qualitative Untersuchung läßt die manchmal zu stark vernachlässigten analytischen Übungen auch für die Schüler recht interessant erscheinen, bei der quantitativen Analyse ist die Beschränkung auf einfachste Fälle notwendig. Ein Beispiel ist die volumetrische Analyse einer Mg-Al-Legierung nach Rischbieth.<sup>21</sup> Zu den analytischen Versuchen treten die grundlegenden Experimente aus dem Gebiete der Metallographie.<sup>22</sup> Es ist selbstverständlich, daß nur die einfachsten Versuche Eingang finden können. Ein Schmelzdiagramm läßt sich aber an Legierungen von beispielsweise Zink-Kadmium ebenso leicht durchführen wie viele durchaus gebräuchliche Schulversuche. Noch einfacher gestaltet sich die Untersuchung eines Schmelzdiagramms,<sup>22</sup> wenn man das Gemisch Pikrinsäure-Ortho-nitrophenol thermisch untersucht. Zur

<sup>20</sup> Scharf, Die Herstellung von Aluminium als Unterrichtsversuch in: Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unt. 1936, 49. Jg. S. 163.

<sup>21</sup> Rischbieth, Quantitative chemische Versuche, S. 24. Hamburg 1928.

<sup>22</sup> Fajans-Wüst, Physikalisch-chemisches Praktikum. Leipzig 1929.

Eucken-Suhrmann, Physikalisch-chemische Praktikumsaufgaben, S. 148. Leipzig 1928.

Bestimmung der Schmelzpunkte der Gemische verschiedenen Prozentgehalts benutzt man Schmelzpunktröhrchen der üblichen Größe, das Erhitzungsgefäß mit der in den meisten Fällen verwendeten konzentrierten Schwefelsäure ersetzt man bei Schulversuchen zur Vermeidung jeden Unfalls besser durch einen quaderförmigen Kupfer- oder Messingblock mit zwei parallelen Bohrungen für Thermometer und Röhrchen. Die Bohrung für das Schmelzpunktröhrchen wird in Höhe des Bodens des Röhrchens senkrecht zur ersten Bohrung noch einmal durchbohrt, um das Niederschmelzen des Stoffes in der Durchsicht beobachten zu können. Auch die Herstellung eines Metallschliffes ist mit Schulmitteln durchaus zu bewerkstelligen.

Unter den siliziumhaltigen Aluminiumlegierungen<sup>23</sup> ist besonders wertvoll das Silumin mit ungefähr 13 % Si. Eine andere wichtige Si-Al-Legierung ist das Alusil mit ungefähr 20 % Si-Gehalt. Flugzeugmotorengehäuse, Kolben, Teile der Kühlwasserpumpen, Bergaserteile, aber auch Beschlagteile für Flugzeugtüren und Sitzgestelle bedienen sich dieser Legierungen. Teile der Motoren mit besonders hoher Schwingungsbeanspruchung werden aus einem kupferhaltigen Cu-Silumin gearbeitet.

Die Duralumin-Legierungen<sup>23</sup> enthalten 4—5 % Kupfer, ungefähr je 0,5 % Mg und Mn, der Rest ist Aluminium. Festigkeit und Härte dieser Werkstoffe lassen sich durch eine besondere Wärmevergütung so weit steigern, daß sie denen von weichem Flußstahl gleichkommen. Beim Bau der Luftschiffgerippe, der Flugzeugkörper, der Tragflügel und ihrer Bespannung, bei der Herstellung der Zylinder und Kolben der Motoren, der Pleuelstangen u. a. m. ist Duralumin ein unentbehrliches Material. Leichtigkeit, Festigkeit, Verminderung der schwingenden Massen, auch gute Korrosionsfestigkeit und gute Verarbeitbarkeit machen die Duraluminlegierungen so wertvoll.

Die bekannteste der Mg-Al-Legierungen ist das Magnalium.<sup>23</sup> Wichtiger ist das Hydronalium<sup>23</sup>, das durch seine Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit, auch gegenüber Seewasser, für den Bau der Wasserflugzeuge und Flugboote von großer Bedeutung ist. Der Zusatz einer geringen Menge Antimon (z. B. in KS-Seewasser<sup>23</sup>) verstärkt noch die guten Korrosionswiderstandseigenschaften.

Endlich ist die Legierung Elektron<sup>23</sup> zu nennen, die unter ihrem Namen eine Fülle von Legierungen mit hohem Mg-Gehalt (ungefähr 90%), kleinen Zusätzen von Kupfer, Zink, Silizium, Mangan und Aluminium als Rest birgt. Dem geringen Gewicht der Elektronlegierungen steht eine mangelhafte Korrosionsfestigkeit gegenüber. Bei der Bearbeitung ist zu beachten, daß die Elektronmetalle in dünnen Spänen feuergefährlich sind. Elektron stellt für den Bau von Zylindern von Motoren, Kolben und Pleuelstangen von Flugzeugmotoren einen ganz bedeutenden Fortschritt dar.

β) Die übrigen Nichteisenmetalle. Auch die übrigen Nichteisenmetalle und ihre Legierungen spielen auf dem Gebiete der Luftfahrtwerkstoffe eine Rolle, ohne eine charakteristische Bedeutung zu besitzen wie die Leichtmetalle oder der Stahl.

<sup>23</sup> Hinzmann, Nichteisenmetalle, 2. Teil. Berlin 1934.

Christen, Materiallehre. Frauenfeld 1932.

Aluminium-Taschenbuch. Berlin 1936.

Einige der Kupfer-Zink-Legierungen finden, besonders bei Zusatz veredelnder Metalle wie z. B. Mangan und Nickel, auch im Flugzeugbau als Deltametall, Kübelbronzen, Alterna-Legierung u. ä. mehrfache Verwendung. Aluminiumbronzen mit ungefähr 90 % Cu und 10 % Al dienen zur Herstellung von Kolbenringen, Chromnickelstahl findet beim Bau der Kühlwasserpumpen Verwendung. Die Lagermetalle, auch Weißmetall oder Komposition genannt, sind Legierungen von Zinn, Antimon, Kupfer und Blei.

Sofern im Unterricht Zeit verbleibt, auf diese Legierungen einzugehen, wird bei der Besprechung der Bestandmetalle im allgemeinen ein kurzer Hinweis genügen, der an dem Beispiel eines Zweistoffmetalls durch den analytischen Nachweis der Bestandteile Erweiterung finden wird. Besonders in einer Arbeitsgemeinschaft kann auch einmal eine elektrolytische Bestimmung von Kupfer<sup>24, 25</sup> quantitativ durchgeführt werden.

## 2. Das Eisen und seine Legierungen

Im allgemeinen wird das Element Eisen mit seinen Legierungen im chemischen Unterricht so weitgehend besprochen, daß für die in der Luftfahrt wichtigen Eisen- und Stahlerzeugnisse genügend Verständnis seitens der Schüler vorhanden ist. Die wichtigsten Verfahren der Eisenerzförderung, der Erzaufbereitung, der Verhüttung, der Roheisenverarbeitung und der Veredelung gehören zu den Hauptpensum des Unterrichts. Es bleibt in Verfolg unseres Zieles nur übrig, auf einige für die Zwecke der Luftfahrt wichtige Ergänzungen hinzuweisen.

Bei der Behandlung der chemischen Eigenschaften des Eisens ist auf das Oberflächenverhalten (Korrosionserscheinungen<sup>26</sup>) der verschiedenen Eisenlegierungen wie auf die physikalischen Eigenschaften (Härten und Vergüten<sup>27</sup> wie Werkstoffprüfung<sup>28</sup>) in Versuchen wie in technologischen Darstellungen, Lichtbildern wie Lehrausflügen etwas näher einzugehen. Dabei darf aber nicht vergessen werden, daß der Unterricht der allgemeinbildenden Schulen nicht zum Unterricht einer Fachschule werden darf. Die Ziele unserer Schulen bedeuten: Verständnis für die Grundlehren der Chemie und ihrer Auswirkung auf Technik und Wirtschaft unseres Volkes, aber nicht ein Eingehen auf technische Einzelheiten.

Der Härtungsvorgang des Stahls ist so bedeutungsvoll, daß er an einem Stückchen Werkzeugstahl (im Notfalle einer Stricknadel) in seiner Wirkung gezeigt werden sollte. Beim Vorhandensein eines episkopischen Lichtbildapparates ist es auch leicht möglich, an Schlibfbildern aus Büchern<sup>29</sup> und sonstigen Veröffentlichungen die Unterschiede im Gefüge verschiedener Eisenproben zu zeigen.

<sup>24</sup> Rischbieth, Quantitative chemische Versuche. Hamburg 1928.

<sup>25</sup> Stock-Stähler, Praktikum der quantitativen anorganischen Analyse, S. 103 ff. Berlin 1930.

<sup>26</sup> Maas, Korrosion und Rostschutz. Berlin.

<sup>27</sup> Krause, Rezepte für die Werkstatt. 2. Auflage, herausgegeben von Spitzer (Werkstattbücher). Berlin 1922.

<sup>28</sup> Ribensahn=Traeger, Werkstoffprüfung. Berlin 1928.

<sup>29</sup> Christen, Materiallehre. Frauenfeld 1932.

Paarmann, Chemie des Waffen- und Maschinenwesens. Berlin 1936.

Beim Bau der Luftfahrzeuge und der Motoren ist der Stahl bei der Panzerung, dem Körper, den Zylinderbüchsen, den Ventilsitzen, den Pleuellstangen, Kolbenbolzen, Kurbelwellen, Pleuellwellen, Ventilstößeln, Ventilsfedern u. a. m. fast unentbehrlich, ebenso wie der Grauguß als Werkstoff für Zylinder, Kolben, Kolbenringe immerhin noch recht wertvoll ist. Auch Sonderstähle wie z. B. der Invarstahl, ausgezeichnet durch geringes Wärmeausdehnungsvermögen, und die nichtrostenden Stähle mit ihrem hohen Chromgehalt (V2 A mit 15—20% Cr) spielen im Flugzeugbau eine Rolle.

In Zusammenarbeit mit dem Physikunterricht ist die Bedeutung der elektrochemischen Erscheinungen zu behandeln, die für die Korrosionserscheinungen oft eine Erklärung geben.

Die Sonderstähle mit ihren Zusätzen, die teilweise eingeführt werden müssen, ja das Eisen selbst, dessen Erze Deutschland meistens aus dem Auslande einführen muß, bringen die Bedeutung der Rohstofffrage<sup>30</sup> für die Wirtschaft unseres Volkes (Vierjahresplan!) zu erneuter Behandlung.

## B. Organische Chemie

### a) Die Kohlenwasserstoffe

1. Das Erdöl und seine Destillationsprodukte.<sup>31</sup> Die Vorweisung und fraktionierte Destillation eines Rohöls ist eine Einführung in das wichtige Gebiet der Kraftstoffe, der sich die entsprechenden geologischen, wirtschaftlichen<sup>31, 33, 34</sup> und industriellen<sup>31, 32</sup> Betrachtungen anschließen werden. Gerade bei diesem Kapitel müssen Erdkunde,<sup>30</sup> Geschichte und Chemie aufs engste zusammenarbeiten, um eins der gegenwärtig wichtigsten Probleme der chemischen Industrie und der Rohstoffwirtschaft<sup>33—39</sup> zu klarer Darstellung zu bringen.

α) Erdöldestillate als Treibstoffe.<sup>31</sup> Die Hauptbestandteile der Erdöle, die fetten- und ringförmigen Kohlenwasserstoffe, gehören ja fast immer zu den in der Schule behandelten Verbindungen der organischen Chemie. Die Benzine einerseits zur Speisung des Benzinmotors und andererseits Rohöl, Petroleum, Gasöl, Treib-

<sup>30</sup> Wiedenfeld, Die Organisation der Kriegsrohstoff-Bewirtschaftung im Weltkriege. Hamburg 1936. Korfes, Grundsätze der Wehrwirtschaftslehre. Hamburg 1936.

<sup>31</sup> Rißling, Die Mineralöle (Sammlung Bösch). Berlin 1925.

Schmihz-Follmann, Die flüssigen Brennstoffe. Berlin 1923.

Reich, Kraftstoffe und Schmiermittel. Berlin 1929.

<sup>32</sup> Ost-Rassow, Neumann, Lange, Henglein, Geisler und die übrigen Lehrbücher der chemischen Technologie.

<sup>33</sup> Reichwein, Die Rohstoffwirtschaft der Erde. Jena 1928.

<sup>34</sup> Pahl, Der Kampf um die Rohstoffe. Berlin 1928.

<sup>35</sup> Blankenburg-Dreyer, Nationalsozialistischer Wirtschaftsaufbau und seine Grundlagen. Berlin 1934.

<sup>36</sup> Statistisches Jahrbuch des Deutschen Reiches. Berlin 1934.

<sup>37</sup> Deutsche Wirtschaftskunde. Berlin.

<sup>38</sup> Datsch, Deutschland — Aufbau und Weltgeltung. Berlin 1934.

<sup>39</sup> Reinhard, Weltwirtschaftliche und politische Erdkunde. Breslau 1929.

Öl, Paraffinöl für die Dieselmotoren, die für die Luftfahrt immer größere Bedeutung erlangen, werden auch nach der für die Verwendung als Treibstoff wichtigen Seite betrachtet werden. Farb-, Geruch-, Siedepunkt- und Neutralisationsprobe<sup>41</sup> sind ohne weiteres verständliche und mit Schulmitteln durchführbare Proben. Die mehr oder minder große Färbung konzentrierter Schwefelsäure, die man mit dem gleichen Volum des Kraftstoffes fünf Minuten tüchtig durchschüttelt, zeigt den Raffinationsgrad an. Durch Einlegen blanker Metallstreifen der mit dem Kraftstoff in Berührung kommenden Metalle und mehrtägiges Verweilenlassen in der Flüssigkeit zeigt sich die Korrosionsfähigkeit des Treibstoffes: bei einem geeigneten Kraftstoff dürfen sich an den Metallen keine Veränderungen zeigen. Ein Nachweis des nichtgebundenen (aktiven) Schwefels, dessen Vorhandensein im Kraftstoff wegen der dadurch entstehenden Verbrennungsprodukte und durch Berührung mit Kupfer sich bildenden brüchigen Verbindungen recht schädlich ist, geschieht durch Kochen eines blanken Kupferblechstreifens in der Flüssigkeit unter Benutzung eines Rückflußkühlers. Das Auftreten eines schwärzlichen Überzugs (Schwefelkupfer) bedeutet das Vorhandensein von aktivem Schwefel. Verdunstenlassen auf der Handfläche oder auf geleimtem Papier zeigt beim Hinterlassen sich fettig anfühlender oder gefärbter Rückstände und Fettflecke das Vorhandensein hochsiedender Bestandteile. Rückstände kristallinischen oder krümeligen Aussehens deuten auf Zusätze, die zu minderwertigen Kraftstoffen gemacht worden sind. Immerhin können solche Rückstände auch auf die Anwesenheit von Stoffen deuten, die dem Kraftstoff beigelegt sind, um ihn klopffest zu machen, die aber keine Minderwertigkeit des Kraftstoffes bedeuten. Als Maß für die Kompressionsfestigkeit, d. h. die Möglichkeit, das Kraftstoffluftgemisch im Zylinder zu komprimieren, ohne Selbstentzündung herbeizuführen, ist die Selbstentzündungstemperatur von wesentlicher Bedeutung. Nach dem erwähnten Buche von Reich, Kraftstoffe und Schmiermittel, S. 66 ff. läßt sich mit den Mitteln eines chemischen Schullaboratoriums eine dazu geeignete Versuchsanordnung zusammenstellen. Zur Bestimmung des Heizwertes von Benzin, Benzol, Petroleum, Alkohol benutzt man ein Kalorimeter in vereinfachter Form, wie es Wahrdt u. a. angegeben haben.

Für die wichtigen Verbrennungs- und Explosionsversuche von Benzin-Luft- bzw. Sauerstoffgemischen finden sich ausreichende Anweisungen und Literaturhinweise in den zitierten chemischen Experimentierbüchern und in den Fachzeitschriften für den naturwissenschaftlichen, im besonderen für den chemischen Unterricht. Besonders hingewiesen sei auf Versuche von Ohmann<sup>40</sup> und Scharf.<sup>40a</sup> Das Gebiet der Analyse der Auspuffgase<sup>41</sup> ist schon oben behandelt worden.

<sup>40</sup> Ohmann, Versuche zur Veranschaulichung der ungefähren Messung des Explosionsdrucks. Zeitsch. f. physik. u. chem. Unt. 37 (1924), S. 256; ferner von demselben Verfasser: Die Versuche m. explosiven Gasgemischen bes. in ihren Bez. z. modernen Kraftmaschinenwesen. Dbenzit. Zeitsch. 38 (1925), S. 78 u. 193.

<sup>40a</sup> Scharf, Die Bestimmung der Explosionsgrenzen von Benzin und anderen brennbaren Flüssigkeiten. Zeitschr. f. d. phys. u. chem. Unt. 1936. 49. Jg. S. 78.

<sup>41</sup> Reich, Kraftstoffe u. Schmiermittel.

Der steigende Bedarf an Benzin und die Zusammensetzung der meisten Erdöle, die bei der gewöhnlichen fraktionierten Destillation kaum über 15% Benzin liefern, deutsches Erdöl sogar nur bis 2%, hat zunächst das technische Problem in erfolgreichen Angriff nehmen lassen, die höher siedenden Bestandteile, wie z. B. Gasöl, zur Herstellung von Benzinen heranzuziehen. Die Grundlage des hierzu entwickelten Crackverfahrens bildete die Erscheinung, daß die höhersiedenden, aus größeren Molekeln bestehenden Kohlenwasserstoffe bei starker Erhitzung unter Druck eine Aufspaltung ihrer Molekeln erfahren. Die Zerknackung der großen Molekeln bedeutet aber die Bildung niedriger siedender Kohlenwasserstoffe, d. h. Benzine. So können minderwertige Öle und Destillationsrückstände in wertvolle Benzine verarbeitet werden. Als Abfallprodukte treten bei der Zerknackung gut verwendbares Crackgas und wertvoller Crackkoks auf. Die Zerknackung von Benzol, Ligroin u. ä. läßt sich durch Versuche zeigen, wie sie von Rheinboldt<sup>42</sup> angegeben worden sind.

Die wirtschaftliche Notlage Deutschlands,<sup>43</sup> Erdöl und seine Destillationsprodukte aus dem Auslande zu beziehen, andererseits sein Reichum an Stein- und Braunkohlen hat das Problem zu einer der wichtigsten Aufgaben der Forschung gemacht, diese Mineralschätze<sup>44</sup> zur Gewinnung von Benzinen zu benutzen. Die Druckhydrierung<sup>45</sup> nach Bergius benutzt einen dünnen Teig aus Kohlestaub und schwer siedendem Öl, der unter hohem Druck und hoher Temperatur mit Wasserstoff unter Benutzung eines Katalysators behandelt wird. Hierbei entstehen Kohlenwasserstoffe niedrigen Siedepunktes, Benzine. Wirtschaftlich günstiger als die Kohlehydrierung gestaltet sich noch die Hydrierung von Teeren<sup>45</sup>, und zwar sowohl von Steinkohlenteeren wie von Braunkohlenteeren. Auch minderwertiges deutsches Erdöl läßt auf diesem Wege hochwertiges Benzin gewinnen. Dieser Prozeß findet im wesentlichen in zwei Vorgängen statt: in einer Spaltung und in einer Anlagerung von Wasserstoff.

Einen anderen Weg gehen Franz Fischer<sup>45</sup> und seine Mitarbeiter, die aus der Kohle zunächst Wassergas gewinnen, das bei dem Zusammentritt mit Wasserstoff unter Anwesenheit besonders behandelter Eisen- und Kobaltkatalysatoren Benzine und auch Petroleum und feste Kohlenwasserstoffe der Paraffinreihe ergibt.

Die höher siedenden Destillationsprodukte des Erdöls finden als Treibstoffe für die heute sehr wichtig gewordenen Dieselmotoren (geringere Brandgefahr) und als Schmiermittel Verwendung.

β) Erdöldestillate als Schmiermittel. Nach der Abdestillation der Benzine, Petroleen und Gasöle erhält man die eigentlichen Schmieröle, die weiter fraktioniert werden und Schmieröle steigender Siedepunkte geben. Spindelöl, Motorenöl, Zylinderöl sind Beispiele für diese Erzeugnisse. Allgemeine Beschaffenheit, Farbe,

<sup>42</sup> Rheinboldt, Chemische Unterrichtsversuche, S. 160. Dresden 1934.

<sup>43</sup> Glinz, Probleme der Erdölwirtschaft, in: Forschung tut not, Heft 5, S. 20. Berlin 1932.

<sup>44</sup> Fischer, Energiespender und neue Rohstoffe, in: Forschung tut not, Heft 6. Berlin 1933.

<sup>45</sup> Ost-Rassow, Lehrbuch der chemischen Technologie. Leipzig 1936.

Heinze, Die Veredlung flüssiger Brennstoffe. Leipzig 1934.



spezifisches Gewicht, Flammpunkt werden wie bei den Kraftstoffen ermittelt. Zur Bestimmung der Viskosität, die für Schmiermittel von Bedeutung ist, kann eine Vollpipette mit enger Ausflußöffnung benutzt werden. Zunächst wird die Ausflußdauer der Pipette mit Wasser bestimmt, dann die Ausflußzeiten der Schmiermittel. Die Abhängigkeit von der Temperatur kann man untersuchen, indem man mit Hilfe eines Korkens die Pipette mit einem Glasmantel (z. B. Zylinder von stehendem Gasglühlicht) umgibt, in den warmes Wasser eingefüllt wird. Zur Ermittlung des Stockpunktes (Übergang des flüssigen in den festen Zustand) füllt man das Schmiermittel in ein Reagenzglas, setzt ein Thermometer darein und bringt das Ganze in eine Eisochsalzmischung. Man liest die Temperatur ab, bei der das Öl beim Neigen des Rohres sich nicht mehr flüssig zeigt. Zu der sehr wichtigen Ermittlung des Säuregehaltes eines Schmiermittels verdünnt man das Schmiermittel mit der 3—5fachen Menge eines Gemisches aus 1 Teil Alkohol und 2 Teilen Benzol und titriert mit einer  $\frac{1}{10}$  norm. alkoholischen Kalilauge. Als Indikator benutzt man Alkaliblau 6 B. Zur Bestimmung des Aschegehaltes, der sich bei der unvermeidlichen Verbrennung von Teilen des Öls im Zylinder unangenehm bemerkbar macht, wird eine Veraschung im Tiegel vorgenommen.

Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, daß sich zu Untersuchungen, wie sie oben angedeutet sind, nur in ganz vereinzelt Fällen im verbindlichen Unterricht wird Zeit finden lassen. Dagegen sind sie für Arbeitsgemeinschaften und für Schülervorträge ein dankbares Gebiet, besonders wenn der Vortrag in eigener experimenteller Arbeit des Schülers vorbereitet und mit Versuchen durchgeführt wird.

2. Die Steinkohlenteerdestillate. Bei der fraktionierten Destillation des Steinkohlenteers<sup>46, 47</sup> erhält man die bekannten Anteile: Leichtöl, Mittelöl, Schweröl und Anthrazenöl, durch weiteres Fraktionieren der Leichtöle gewinnt man Benzol, Toluol und Xylol. Benzol ist ein wichtiger Kraftstoff, wenn es auch meistens nicht rein, sondern als Gemisch mit Benzin Verwendung findet. Außerdem ist das als Kraftstoff zur Verwendung kommende Benzol nicht rein, sondern enthält wesentliche Anteile an Toluol und Xylol. Benzol wird dem Benzin beigemischt, um die Klopffestigkeit des Benzins zu erhöhen, nachteilig ist seine Neigung zu Verbrennungen unter Rußabscheidung und seine geringe Kältebeständigkeit.

Die Hauptmasse des Benzols gewinnt man heute aus dem Rohgas der Gasanstalten und Kokereien<sup>48</sup>. Entweder wird das Benzol aus dem Gas durch Waschen mit Steinkohlenteeröl (Waschöl) gewonnen oder ihm durch die Adsorptionswirkung aktiver Kohle<sup>49</sup> entzogen. Aus der aktiven Kohle wiederum wird das Benzol durch Ausdampfen mit Wasserdampf erhalten.

<sup>46</sup> Dolch, Die Brennstoffe und ihre Industrien. Leipzig 1932.

<sup>47</sup> Rothny, Die Brennstoffe. Berlin 1927.

<sup>48</sup> Schmidt, Die industrielle Chemie in ihrer Bedeutung im Weltbild und Erinnerungen an ihren Aufbau. Berlin 1934.

<sup>49</sup> Bailleur-Herbert-Keisemann, Aktive Kohle und ihre Verwendung in der chemischen Industrie. Stuttgart 1934.

Eine Fraktionierung von Teer im Unterricht empfiehlt sich nicht, da Teer zu starkem Schäumen neigt, die Gefahr des Übersteigens und eines Brandes leicht besteht. Neben den im Unterricht üblichen Versuchen mit Benzol zeigt man die Unterschiede in der Art der Flamme von Benzin und Benzol, indem man Proben der beiden Stoffe in Porzellantiegeln entzündet. Auch eine schnelle Bestimmung der spezifischen Gewichte von Benzin und Benzol durch Auswägen von je 100 cm<sup>3</sup> Kraftstoff in einer Mensur läßt sich durchführen. Das spezifische Gewicht der Motorenbenzine liegt bei 0,730—0,740, das der Motorenbenzole bei 0,870—0,880. Behandlung mit Nitriersäure verwandelt Benzol in Nitrobenzol, während Benzin nicht angegriffen wird. Weitere Reinheits- und Unterscheidungsreaktionen finden sich in der unten angegebenen Literatur<sup>50, 51</sup>. Die auch für den Luftschuß so wichtige Fähigkeit der aktiven Kohle, viele Dämpfe und Gase adsorbieren zu können, zeigt man in dem bekannten Versuch<sup>52</sup>, bei dem mit Benzol karburiertem Wasserstoff (oder auch Leuchtgas) das Benzol durch aktive Kohle entzogen wird.

Die Bedeutung des Benzols als kloppfester Kraftstoff läßt sich mit Schulmitteln nicht zeigen, es bleibt überhaupt keine Zeit und ist auch nicht die Aufgabe unseres Unterrichts, auf die Kloppfestigkeit genauer einzugehen. Es sei nur kurz auf folgendes hingewiesen: Das Klopfen des Motors<sup>53</sup> wird dadurch hervorgerufen, daß die durch den Zündfunken eingeleitete Verbrennung des Kraftstoffluftgemisches in eine Detonation übergeht. Als versuchsmäßige Parallele kann man den Leuchtgasexplosionsversuch nach Teclu<sup>54</sup> machen oder in der Abänderung nach Scriba<sup>55</sup>, wie ihn die Experimentierbücher angeben. Die langsame Verbrennung des explosiven Gemisches geht in dem längeren Glasrohr vor sich, an dessen oberen Ende die Gasflamme entzündet worden ist. Spätestens beim Erreichen des Inhaltes der Bouleschen Flasche tritt die von starkem Knall begleitete Momentanverbrennung des Gemisches auf.

Auch bei der Fraktionierung des Steinkohlenteers<sup>56, 57, 58</sup> erhält man höhersiedende Anteile, die z. B. als Schweröle zum Betrieb des Dieselmotors verwendet werden. Auch die Hydrierung des Teers zur Gewinnung hochwertiger Kraftstoffe und Schmiermittel ist in steigender Bedeutung. Einzelne Werke haben auch die Gewinnung des Tieftemperaturteers<sup>56</sup> in Angriff genommen, der infolge seines Gehaltes an benzinartigen Leichtölen wertvoll ist.

<sup>50</sup> Kießling, Laboratoriumsbuch für die Erdöl-Industrie. Halle 1923.

<sup>51</sup> Keller, Laboratoriumsbuch für die Kokerei- und Teerproduktenindustrie der Steinkohle. Halle 1923.

<sup>52</sup> Pechold-Scharf, Versuche zum Luftschuß, S. 45. Leipzig 1936.

<sup>53</sup> Pye, Die Brennkraftmaschinen. Berlin 1933.

<sup>54</sup> Maché, Die Physik der Verbrennungerscheinungen. Leipzig 1918.

<sup>55</sup> Arendt-Doermer, Technik d. Experimentalchemie, S. 552 ff. Leipzig 1925.

<sup>56</sup> Dolch, Die Brennstoffe und ihre Industrien. Leipzig 1932.

<sup>57</sup> Dolch, Brennstofftechnisches Praktikum. Halle 1931.

<sup>58</sup> Kalender für das Gas- und Wasserfach. München 1932.

3. Die Braunkohlenteererzeugnisse. Auch die Verschmelzung<sup>56</sup> der in Deutschland in großen Lagern vorhandenen Braunkohlen liefert Betriebsstoffe für die Motoren der Luftfahrzeuge. Leichtöle für Benzinmotoren, Solaröl, Paraffin- und Gasöl für den Betrieb der Dieselmotoren werden durch fraktionierte Destillation des Braunkohlenteers gewonnen, während die Hydrieranlagen der Leunawerke bedeutende Mengen des Braunkohlenteers in Benzin überführen.

#### b) Die Alkohole

Der Äthylalkohol wird ebenso wie auch der Methylalkohol dem Motorkraftstoff beigemischt, besonders um die Klopfestigkeit und die saubere Verbrennung zu fördern. Über die Gewinnungsmethoden und die Eigenschaften dieser Alkohole erübrigt es sich etwas zu sagen, da diese chemischen Verbindungen und ihre Technologie in jedem chemischen Unterricht genügend behandelt werden.

Der zweiwertige Alkohol Glykol und der dreiwertige Alkohol Glycerin werden als Kühlerflüssigkeit und als Frostschutzmittel gebraucht, wie bereits oben erwähnt wurde. Das Glycerin ist bekannt als Erzeugnis der Fettspaltung, das Glykol wird, besonders in Amerika, aus Äthylen gewonnen, das bei dem Knackprozeß in den Knackgasen erhalten wird.

#### c) Die Pflanzenschutzmittel

Zur Bekämpfung der Pflanzenschädlinge<sup>59</sup> hat man, besonders im Forstbau, das Flugzeug herangezogen. So werden z. B. Forleule, Nonne, Kiefernspanner, Blattwespe mit Stäubemitteln<sup>60</sup>, die Fraß- oder Kontaktgifte sind, angegangen. Die meist arsenhaltigen Fraßgifte enthalten Kalzium- oder Bleisalze der Arseniksäure, die Kontaktstoffe, die als Haut- und Atemgifte wirken, bestehen aus feingepulvertem Kalk, Kaolin o. ä., dem die Giftstoffe Pyrethrum, Nikotin, Quassia, Derriswurzel u. a. m. beigegeben sind. Mit gutem Erfolg sind als Träger der Verstäubungsmaschinen Flugzeuge benutzt worden.

## II. Luftschutz und Chemieunterricht

Allgemeine methodische Bemerkungen. Das Ziel des Unterrichts in der Untersekunda ist, nur die wichtigsten und einfachsten Grundlagen der chemischen Gebiete des Luftschutzes zu behandeln. In keinem Falle darf dieses so lebensnotwendige Gebiet zu einer Anhäufung toten Wissensstoffes führen. Der Schüler der Untersekunda ist ja nur zu gern geneigt, sich Formelkram anzueignen, ohne etwas mit ihm anfangen zu können. Ein Abschnitt des chemischen Unterrichts, der besonders diese Gefahr oder Formellernerei in sich birgt, ist das Gebiet der chemischen Kampfstoffe. Hier ist es viel wichtiger, die Einteilung der Kampfstoffe nach ihrer Wirkung zu geben und nur als Beispiele der einzelnen Klassen ein paar Kampfstoffe mit ihren

<sup>59</sup> Forschung tut not, 3. Heft: Ums tägliche Brot. Berlin 1931.

<sup>60</sup> Bogt, Die chemischen Pflanzenschutzmittel (Sammlung Göschen). Berlin 1926.

gewöhnlichen Namen zu nennen als irgendeine Formel auszusprechen. Wo es irgend angängig ist, möge die Wortgleichung benutzt werden, die eigentliche chemische Zeichensprache muß im chemischen Anfangsunterricht so spärlich wie möglich angewendet werden und auf die einfachsten chemischen Vorgänge beschränkt bleiben. Unter Berücksichtigung dieser methodischen Grundsätze wird der Lehrer aus den im folgenden behandelten Gebieten die Auswahl nach der Klassenstufe, der Anstaltsart und dem eingeschlagenen Lehrgange treffen.

## A. Anorganische Chemie

### a) Gase und Dämpfe

1. Die Luft. Die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Luft sind unter besonderer Berücksichtigung der Bedeutung der Luft für die Verbrennung und Atmung des Menschen zu betrachten. Über die üblichen Schulversuche zur Ermittlung der Zusammensetzung der Luft unterrichten die schon oft zitierten Experimentierbücher<sup>61</sup>. In wechselseitiger Arbeit mit der Biologie, teilweise auch mit der Physik (z. B. Bestimmung des Litergewichts und des Feuchtigkeitsgehalts der Luft) muß die sichere Grundlage der menschlichen Atmung<sup>62</sup> gelegt werden. Die Messung der Atemluftmengen<sup>63, 64</sup> bei den verschiedenen Arten der Atmung, die Zahl der Atemzüge in der Zeiteinheit, der Einfluß von Ruhe und Arbeit auf die benötigten Atemluftmengen, Erträglichkeit von Atemwiderständen, Feuchtigkeitsgehalt der Luft und ihre chemische Zusammensetzung sind wichtige Teilgebiete. Mangelnde Zeit wird es oft verbieten, alle diese wichtigen Messungen im Klassenunterricht durchzuführen, auch hier wird die Arbeit der Arbeitsgemeinschaften oder die Einzelarbeit interessierter Schüler die Meßergebnisse liefern. Mit Rücksicht auf die praktisch wichtigen Fragen der Sauerstoffergänzung<sup>65</sup> in Sammelschulräumen und Sauerstoffschutzgeräten ist die Menge des bei der Atmung verbrauchten Sauerstoffs zu bestimmen, ebenfalls die Zusammensetzung einer bis zur Unerträglichkeit durchgeatmeten Luft. Hierbei ist auf die Fälle hinzuweisen, in denen aus Gründen nicht mehr zureichenden Sauerstoffgehalts die Anwendung der Sauerstoffschutzgeräte notwendig werden kann.

2. Sauerstoff. Die Vorkommen, Eigenschaften und Gewinnungsverfahren des Sauerstoffs werden in der üblichen Weise behandelt. Mit Rücksicht auf die Bedeutung der Sauerstoffschutzgeräte und des Sauerstoffs zur Behandlung Gasvergifteter ist auch die Reinheit käuflichen bzw. im Laboratorium dargestellten Sauer-

<sup>61</sup> Arendt-Dörmer, Scheid, Rheinboldt, Nischbieth, Pecholt-Scharf u. a.

<sup>62</sup> Gyllert, Zur Kenntnis der Atmungsvorgänge, aus: Gaschutz und Luftschutz, S. 244 ff. Berlin 1933.

<sup>63</sup> Haase-Lampe, Physiologische und technisch-chemische Grundlagen der Atemschutzgeräte, in: Dräger-Vorträge. Lübeck 1932.

<sup>64</sup> Stelzner, Berechnung der Luftreinigungsanlage eines Dräger-Gaschutzraumes, in: Dräger Gaschutz. Lübeck 1933.

<sup>65</sup> Quasebart, Erfahrungen in Schulräumen. Gaschutz und Luftschutz. 1936, S. 153.

stoffs zu untersuchen<sup>66, 67, 68</sup>. Zur Feststellung des Gehaltes an reinem Sauerstoff wird das zu prüfende Gas mit reinem Stickstoff auf das Dreifache verdünnt und dann der Sauerstoffgehalt mit der Phosphorpipette bestimmt. Mit der Phosphorpipette darf nur ein Gas mit höchstens 35 % Sauerstoffgehalt untersucht werden. Selbstverständlich können auch die übrigen Verfahren zur Bestimmung des Sauerstoffgehaltes<sup>66, 67, 68</sup> benutzt werden, nach meinen Erfahrungen ist die Phosphorpipette für Schulzwecke der geeignetste Apparat, weil er leicht verständlich und stets verwendungsbereit ist. Es wird aber nachdrücklich darauf hingewiesen, daß die Phosphorpipette wegen ihres leicht entzündlichen Inhalts in einem Blechkasten aufbewahrt und mit großer Vorsicht behandelt werden soll.

An Hand der Ergebnisse, die bei der Untersuchung der menschlichen Atmung erhalten worden sind<sup>72a</sup> oder entsprechenden Tabellen entnommen werden, kann der Sauerstoffverbrauch in einem Sauerstoffschußgerät, einem Sammelschußraum, einem Höhenfahrtsauerstoffgerät, einem U-Boot bei Unterwasserfahrt u. ä. berechnet werden. Daraus ist der Bedarf an Stahlflaschen anzugebender Größe mit dem üblichen Fülldruck (ungefähr 125 Atü) zu ermitteln unter der Bedingung, daß der Sauerstoffgehalt der Atemluft auf normaler Höhe gehalten werden soll.

Über die Einrichtung und Wirkungsweise der Sauerstoffschußgeräte<sup>69, 70</sup> geben die meisten Bücher, die den Luftschutz und Gaschutz behandeln, Auskunft, es sei auch auf die Zeitschriften Gaschutz und Luftschutz, Die Gasmaske und Draegerhefte mit ihren eingehenden Abhandlungen verwiesen. Recht klare und eingehende Belehrung ist u. a. in den Büchern der Drägerwerke<sup>69, 70</sup> über die Sauerstoffschußgeräte zu erhalten. Über die Sauerstoffgeräte, die den zu veratmeten Sauerstoff nicht in verdichtetem Zustande mitführen, sondern auf chemischem Wege erzeugen, gibt u. a. das Buch von S. Meyer,<sup>71</sup> Die Grundlagen des Luftschutzes, umfassende Auskunft.

Zur Erläuterung der Preßsauerstoffschußgeräte dienen die Abbildungen in den Büchern, den Veröffentlichungen der bekannten Firmen und die Unterrichtstafeln<sup>72</sup>, die in vielfacher Ausführung erhältlich sind. Hingewiesen sei auch auf das Lichtbildmaterial, das der Reichsluftschutzbund herausgegeben hat. Nach entsprechender Vorbereitung ist die Vorführung eines Sauerstoffschußgerätes am Platze, wie es durch die Luftschußschulen und Ortsgruppen des RLW., die genannten Firmen, die Werkluft- und -gaschutzeinrichtungen, die Museen, z. B. in Berlin durch das Arbeitsschutzmuseum usw. den Schulen ermöglicht wird. Im Notfalle ist wenigstens die Einrichtung einer Sauerstoffstahlflasche und ihrer Ablassvorrichtungen zu zeigen.

<sup>66</sup> Stock-Stähler, Praktikum der quantitativen anorganischen Analyse. Berlin 1930.

<sup>67</sup> Nischbieth, Quantitative chemische Versuche. Hamburg 1928.

<sup>68</sup> Moldenhauer, Chemisch-technisches Praktikum. Berlin 1925.

<sup>69</sup> Dräger-Gaschutz im Luftschutz. Lübeck 1933.

Dräger-Gaschutz im Luftschutz, in Industrie und Gewerbe u. a. 1936.

<sup>70</sup> Dräger-Vorträge. Lübeck 1932.

<sup>71</sup> Meyer, Die Grundlagen des Luftschutzes. Leipzig 1935.

<sup>72</sup> Z. B. Naifag-Tafeln, Tafeln der Degussa (Auer-Gesellschaft), Dräger usw. <sup>72a</sup> Vgl S. 218.

Zum Verständnis der Grundlagen der Geräte mit chemischer Erzeugung des Ersatzsauerstoffs lassen sich mit einfachen Mitteln Versuche<sup>73,74</sup> mit Kaliumchloratmischungen einerseits, Alkaliperoxyden andererseits anstellen.

3. Kohlendioxyd. Das Kohlendioxyd gehört ja zu den in jedem chemischen Unterricht am eingehendsten behandelten Verbindungen. Da es auf dem Gebiete des Luftschutzes vorherrschend als Produkt der Atmung eine Rolle spielt, ist einmal seine qualitative und mengenmäßige Ermittlung in der Frischluft wie in der ausgeatmeten Luft wichtig, andererseits ist die Kenntnis der physiologischen Wirkungen eines höheren Kohlendioxydgehaltes in der Luft von Bedeutung. Die Lösung der letztgenannten Aufgabe wird im wesentlichen der Biologie zufallen, der Nachweis und die Ermittlung des Kohlendioxydgehaltes der Luft ist Sache des chemischen Unterrichts<sup>73, 74</sup>.

Der Gehalt der atmosphärischen Luft an Kohlendioxyd ist so gering (0,03%), daß der qualitative Nachweis des Vorhandenseins von CO<sub>2</sub> in der Luft mit Kalk- oder Baritwasser noch gelingt, die Bestimmung der Menge mit Hilfe der Kalipipette und der Gasbürette versagt aber. An ihrer Stelle benutzt man ein Extraktionsverfahren, wie es die zitierten Anleitungen von Rischbieth, Pechold-Scharf<sup>73</sup> u. a. angeben. Größere Mengen von Kohlendioxyd bestimmt man mit einer Kalipipette<sup>73</sup>, d. h. einer Pipette, die eine ungefähr 30%ige Kalilauge zur chemischen Bindung des Kohlendioxyds enthält (s. obige Lit.). So kann der Gehalt von ausgeatmeter Luft, Auspuffgasen, Verbrennungsgasen u. ä. an Kohlendioxyd ermittelt werden. Die Bindung des Kohlendioxyds und damit seine Entfernung aus der Atemluft ist im Prinzip schon bei der Anwendung des Kalkwassers erledigt worden, wird aber eingehend bei der Besprechung der Salzbildung behandelt (vgl. 5. Abschnitt). Versuche mit Natronkalk und Kaliumhydroxyd als absorbierenden Mitteln, Kalkwasser als Nachweis für die stattgefundenene Reinigungswirkung erläutern die Wirkung der Kalipatrone, deren Bau im Durchschnittsmodell, im Lichtbild oder auf einer Tafel gezeigt wird. An dieser Stelle mag auch ein Hinweis auf die Belüftungsmöglichkeiten eines abgeschlossenen Raumes (U-Boot, Sammelschukraum mit starker Besetzung) am Platze sein. Zu erwähnen wäre hier die Frischluftversorgung durch mechanisch (elektrisch) angetriebene Frischluftpumpen mit Luftfilterung für die Sammelschukräume und die Luftumwälzung mit Absorption des Kohlendioxyds und Ergänzung des veratmeten Sauerstoffs in U-Booten und Sammelschukräumen.

Bei der Klärung der Frage, inwieweit mangelnder Sauerstoff oder gestiegener Kohlendioxydgehalt die Atmung oder die Verbrennung erschweren bzw. unmöglich machen, stört im allgemeinen das gleichzeitige Eintreten beider Erscheinungen. Um die Wirkung des einen Faktors auszuschalten, muß entweder der Sauerstoff durch Zufuhr auf seinen alten Gehalt gebracht werden oder das Kohlendioxyd absorbiert werden. Einfacher führt die Herstellung von Gasgemischen aus Stickstoff, Sauerstoff und Kohlendioxyd zum Ziele. Untersuchungen dieser Art, um z. B. den zur

<sup>73</sup> Pechold-Scharf, Versuche zum Luftschutz. Leipzig 1936.

<sup>74</sup> Rinttof, Schulversuche zur Chemie der Kampfstoffe. Berlin 1935.

Unterhaltung der Verbrennung eines Lichtes, einer Gasflamme o. ä. nötigen Mindestgehalt an Sauerstoff, oder den Einfluß der inerten Gase wie Stickstoff zu ermitteln und physikalisch-chemisch zu erklären, sind äußerst reizvolle Aufgaben für Arbeitsgemeinschaften. Endlich sei auch noch auf die Bedeutung des Totraumes der Gasmaske und die Untersuchung der Luft des Totraumes auf ihren Sauerstoff- und Kohlendioxydgehalt hingewiesen.

4. Schädliche Gase und Dämpfe. Eine gute Vorbereitung auf die eigentliche Behandlung der chemischen Kampfstoffe und den Schutz dagegen bildet die Behandlung der schädlichen Gase und Dämpfe, die im chemischen Unterricht uns als verhältnismäßig einfache Stoffe begegnen und als Industriegifte und Giftstoffe des täglichen Lebens eine Rolle spielen<sup>75-78</sup>. Hier sind zu nennen: Ammoniak (Kälteindustrie, chemische Großindustrie), Stickstoffdioxyd (Gewinnung der Salpetersäure, Nitrieranlagen, Brände von Filmmaterial und Zelluloidstoffen), Chlor (Alkali-elektrolyse, chemische Industrie), Brom (chemische Industrie), Schwefelwasserstoff (Kanal- und Entwässerungsarbeiten, Ausschachtungen), Phosphor-, Arsen- und Antimonwasserstoffe (Verarbeitung phosphorhaltigen Kalziumkarbids, Entwicklung von Wasserstoff mit unreinen Säuren und arsenhaltigen Metallen, Verarbeiten arsen- und antimonhaltiger Metalle), Kohlenoxyd (unvollständige Verbrennung, Leuchtgas, Generatoren-gase, Auspuffgase, Tunnel-luft bei Lokomotiv- und Autoverkehr, Explosionsgase), Zyanwasserstoff (Verarbeitung der Gasreinigungsmasse, Goldzyanlaugerei, Galvanostegie, Verarbeitung von Kalkstickstoff, Schädlingsbekämpfung mit Blausäure). Einige Hinweise der Art, wie sie hier angedeutet sind, zeigen die Wichtigkeit des Industriegasschutzes, der durch Lehrausflüge in eine Gasanstalt, Hochofenwerk, Hüttenwerk u. ä. in seiner praktischen Durchführung kennen-gelernt werden kann. Auch für den Luftschutz hat der Industriegasschutz eine große Bedeutung. Abgesehen von den wissenschaftlichen Anregungen und praktischen Förderungen, die der Gasschutz auch auf diesem Wege erfuhr und erfährt, ist durch die Arbeit für den industriellen Gasschutz die Zeit glücklich überbrückt worden, in der es keine Arbeit für die Ausgestaltung des zivilen Luftschutzes gab.

Bei der unterrichtlichen Behandlung dieser giftigen Gase werden neben der Frage des Vorkommens, auf deren Bedeutung bereits hingewiesen worden ist, uns zwei Dinge besonders beschäftigen: einmal die Möglichkeit des Nachweises und zum andern die Methoden des Schutzes vor diesen Stoffen. Zwei Erkennungswege kommen hauptsächlich in Betracht: die Geruchsprobe und der chemische Nachweis. Beide Aufgaben begegnen uns im Luftschutz und zwar im Gaspürdienst. So stellt die Erkennung der genannten Gase mit Geruchsvermögen und Reagens eine gute Vorbereitung für die Erkennung der chemischen Kampfstoffe dar. Die Warnung, bei

<sup>75</sup> Flury-Zernik, Schädliche Gase, Dämpfe, Nebel, Rauch- und Staubarten. Berlin 1931.

<sup>76</sup> Hampe, Der Mensch und die Gase. Berlin-Steglitz 1932.

<sup>77</sup> Büscher, Giftgas! Und wir? Hamburg 1932.

<sup>78</sup> Wirth-Muntsch, Die Gefahren der Luft und ihre Bekämpfung. Berlin 1935.

den Riechproben äußerst vorsichtig zu sein, damit kein Schüler geschädigt wird, soll zur Vorsicht doch auch hier gegeben werden, zumal die Giftigkeit<sup>75</sup> mancher in der Schule häufig benutzter Stoffe unterschätzt wird. Zu diesen tückischen Verbindungen gehört der Schwefelwasserstoff, bei dessen Handhabung immer wieder zur Vorsicht gemahnt werden muß, wenn auch sein Vorhandensein sich durch den charakteristischen Geruch des Gases deutlich verrät. Bei solchen Riechproben wird sich schon die Unzuverlässigkeit des menschlichen Geruchsvermögens und damit die Schwierigkeit des Gasspürdienstes zeigen. Verwechslungen sehr stark verdünnter Chlor-Luft-, Brom-Luft- und Stickstoffdioxid-Luftmischungen treten häufig auf. Bei der Erkennung der Kampfstoffe nach Riechproben (Geruchstaschen) ist die gleiche Unsicherheit zu beobachten, so daß die Wichtigkeit des chemischen Nachweises<sup>79, 73</sup> sich klar zeigt. Die Bleipapierprobe zum Nachweis des Schwefelwasserstoffs, der Nachweis von Chlor durch Jodkaliumstärkepapier, von Ammoniak durch Phenolphthaleinpapier, von Stickstoffdioxid durch Jodkaliumstärkepapier, von Schwefeldioxid durch Kaliumjodatstärkepapier u. a. m. werden bereits im Unterricht in der Form des Reagenzpapier-nachweises oder auch durch Einwirkung auf flüssiges Reagens durchgeführt. Im Zusammenhang mit diesen Nachweisproben ist auf die Bedeutung der Eindeutigkeit einer chemischen Probe hinzuweisen (Möglichkeit der Verwechslung von Chlor und Stickstoffdioxid)<sup>80, 81, 82</sup>.

Besonders wichtig für den industriellen Gasschutz ist die Feststellung des Vorhandenseins von Kohlenoxyd, das durch die Häufigkeit seines Vorkommens in technischen Betrieben und seine hohe Giftigkeit besondere Beachtung verdient. Für die Schule wird im allgemeinen der Nachweis durch eine ammoniakalische Silberlösung<sup>73</sup> genügen, die man durch vorsichtigen Zusatz von Ammoniak zu einer 0,2%igen Silbernitratlösung bis zur Lösung des anfänglich eintretenden Niederschlags erhält.

5. Die Bindung von Gasen und Dämpfen. Die Worte Hanslians<sup>83</sup>: „Es ist eine alte Erfahrungstatsache, die sich aus der Kriegsgeschichte aller Völker und Zeiten ergibt, daß jede neue Waffe im Augenblicks ihres Entstehens auch bereits den Keim zur Abwehr in sich birgt,“ geben auch dem Chemieunterricht das Thema für entsprechende Betrachtungen bei den Teilgebieten: Bronze, Eisen, Stahl, Explosivstoffe, Beton, die auch zeigen, daß Waffe und Abwehr sich auf dem Fuße folgen. Ein besonders für diese Betrachtungen geeignetes Gebiet ist die Entwicklung des chemischen Krieges und seiner Abwehrmaßnahmen. Nach dem Gasangriff bei Ypern waren die alliierten Truppen innerhalb dreier Tage mit Atemschützern ausgerüstet. Gerade dieser wechselseitige Kampf zwischen Angriffsverfahren, Ab-

<sup>79</sup> Stolzenberg, Experimente und Demonstrationen zum Luftschutz. Hamburg 1933.

<sup>80</sup> Schustan, Gasanalyse in der Technik. Leipzig 1931.

<sup>81</sup> Smolezyk, Nachweis von Atemgiften mit einfachen Mitteln, in: Die Gasmaske, S. 36. 1933.

<sup>82</sup> Stampf-Schröter, Das Spürgerät Dräger-Schröter und seine Anwendung im Luftschutz. Gaschutz und Luftschutz, S. 16. 1934.

<sup>83</sup> Hanslian, Der chemische Krieg, 1. Band, Berlin 1937, S. 187.



wehr und wieder Angriffsstoff und verbesserter Abwehr ist ein Musterbeispiel für die Möglichkeit der geschichtlichen Behandlung eines chemischen Unterrichtsgebiets. Dabei ist natürlich Voraussetzung, daß die Entwicklung des chemischen Angriffsverfahrens den Schülern ebenso klar zum Verständnis kommt wie der Fortschritt in der Abwehr. Der Chemielehrer darf sich nicht damit begnügen, Kenntnisse über den gegenwärtigen Stand der Kampfstoffe und ihrer Abwehr zu übermitteln, sondern erst im Verständnis der Schüler, zumal der der Oberstufe, für die fortschreitende Leistung der chemischen Wissenschaft und Industrie im chemischen Kampf liegt der wirkliche pädagogische Wert. Dem Lehrer werden Arbeiten Hanslians<sup>84, 85</sup> zu diesem Vorgehen besonders wertvoll sein.

Wie die schädlichen Gase und Dämpfe, denen der chemische Anfangsunterricht bereits begegnet, eine gute Vorbereitung auf die Behandlung der chemischen Kampfstoffe bilden, so stellt auch die durch reiches Versuchsmaterial getragene Behandlung der Bindung dieser Giftstoffe die beste Schule für das Verständnis der Atemfiltergeräte dar.

α) Die chemische Bindung giftiger Gase und Dämpfe. Die zahlreichen Einzelabhandlungen und die zusammenfassenden Veröffentlichungen geben genügend Beispiele und Anregungen für die experimentelle Anordnung. Die einfachsten Geräte, die in allen Schullaboratorien vorhanden sind, auch behelfsmäßige Apparate genügen für die Versuche zur chemischen Bindung. Im allgemeinen wird die Behandlung der Salzbindung schon Gelegenheit geben, die Bindung von Kohlendioxyd, Schwefeldioxyd, Chlorwasserstoff als Vertreter der sauren Gase einerseits wie des Ammoniak als alkalischen Gases zu zeigen. Bei der Erörterung der Bindung des Ammoniak liegt als Lösung die Anwendung mit einer Säure getränkten porösen Stoffes nahe. Die Schwierigkeiten, die die Verwendung feuchter Filter mit sich bringt, ließ auch die Deutschen im Kriege sofort Trockenfilter verwenden, während die Alliierten zunächst feuchte Filter einführten. Der Hinweis auf die Nachteile feuchter Filter läßt auch für die chemische Bindung des Ammoniak nach einer anderen Filtermasse suchen, die in trockener Form wirkt. Die Bildung komplexer Salze, wie sie dem Unterricht bei der Erklärung des Auftretens der tiefblauen Farbe beim Hinzufügen von Ammoniak zu einer Kupfersulfatlösung begegnen, zeigen die brauchbare Methode an, um Ammoniak, aber auch Blausäure zu binden. Auch Zink- und Nickelsalze finden dazu Verwendung. Die chemische Abfilterung des geschichtlich so wichtigen Chlorgases führt auch zu meist im Unterricht behandelten Reaktionen. Die Unschädlichmachung überschüssigen Chlors oder auch die Darstellung von Bleichlaugen und Chlorkalk weist die Bindungsmöglichkeit von Chlor durch Alkalien und Alkalikarbonate auf. Das in vielen Schulbüchern noch erwähnte Antichlor hat geschichtlich als Tränkungsmitel der zunächst als Atemschutz benutzten Mullbinden in der Zeit der Chlorangriffe Bedeutung erlangt. Bei der Aufstel-

<sup>84</sup> Hanslian, Der chemische Krieg. I. Band. Berlin 1937.

<sup>85</sup> Hanslian, Der deutsche Gasangriff bei Ypern am 22. April 1915. Berlin 1934.

lung der chemischen Gleichung für die Bindung des Chlors durch Alkalikarbonate, z. B. Pottasche zeigt sich, daß Kohlendioxyd frei wird, wie sich auch durch den Versuch mit Kalkwasser nachweisen läßt. Die Beseitigung dieses Kohlendioxyds aus der von Chlor bereits nun befreiten Luft durch weitere Einschaltung einer Natronkalkschicht ist eine Selbstverständlichkeit. Das Verständnis für die Wirkung des Urotropins (Hexamethylentetramin) als chemisches Bindungsmittel der letzten Spuren Phosgen, die den Atemfiltereinsatz der S-Maske bis zur Diatomitschicht durchdringen könnten, muß der Behandlung der organischen Chemie vorbehalten bleiben. Eine besondere Stellung nimmt die Methode der Entfernung des sehr giftigen Kohlenoxyds aus der Luft ein. Die Notwendigkeit, Räume betreten zu müssen, in denen z. B. beim Einschlag schwerer Granaten und Minen Kohlenoxyd entstanden war, ließ schon im Weltkrieg nach Atemschutz gegen Kohlenoxyd suchen. Die Absorptionsmittel, die man für Kohlenoxyd kannte und fand, erwiesen sich für diesen Zweck als ungeeignet. Der Weg, Kohlenoxyd mit Jodpentoxyd zu Kohlendioxyd zu oxydieren, fand einige praktische Bedeutung, aber erst durch amerikanische Arbeiten wurde eine gute Lösung gefunden. Die Amerikaner nannten den Stoff, der das Kohlenoxyd zu dem ungefährlichen Dioxyd oxydiert, in Erinnerung an die Arbeiten, die an der Hopkins- und California-Universität geleistet worden waren, Hopcalit. Dieser Stoff, dessen wesentliche Bestandteile Mangandioxyd und Kupferoxyd sind, bewirkt katalysatorisch mit dem Sauerstoff der Luft die Verbrennung des Kohlenoxyds. Mit der Katalysatormasse, die man von den Fabriken, die Kohlenoxydschutzgeräte herstellen, erhalten kann, läßt sich die Wirkung des Hopcalits im Versuche gut zeigen. Die Versuchsanleitungen für Luftschutzversuche geben die Versuchsanordnungen an.

β) Die physikalische Bindung (Adsorption) von Gasen und Dämpfen. Bei der Feststellung der Eigenschaften der Holzkohle werden in der Regel die beiden folgenden Versuche gezeigt: Wasser, das mit etwas Eosin oder Methylenblau angefärbt ist, wird mit Holzkohlepulver geschüttelt. Das Filtrat der Flüssigkeit ist dann farblos. Die Kohle hat den Farbstoff aufgenommen, ohne ihn zu zerstören, wie die Abgabe des Farbstoffes beim Übergießen der Kohle mit Alkohol zeigt. Im zweiten Versuch füllt man ein Reagenzrohr über Quecksilber mit Ammoniakgas und bringt ein Stückchen frisch ausgeglühter Holzkohle in das Ammoniakgas. Das Aufsteigen des Quecksilbers zeigt, daß die Holzkohle Gas verschluckt hat. Die schon durch diese beiden Versuche offenbar gewordene Eigenschaft der porösen Holzkohle, Farbstoff wie Gas zu binden, wird durch entsprechende Versuche weiter geklärt. So wird gezeigt, daß die Eigenschaft der gewöhnlichen Holzkohle, Stoffe zu binden oder zu adsorbieren, wie man diese Art der Bindung nennt, durch besondere Behandlung<sup>86</sup> der Holzkohle mit überhitztem Dampf bei Glühtemperatur erheblich gesteigert werden kann. Besser werden an Stelle der selbst bereiteten aktiven Kohle die von Auer, Dräger, Merck, Gehe u. a. in den Handel gebrachten aktiven Kohlen verwendet.

<sup>86</sup> Baillet-LHerbert-Neisemann, Aktive Kohle und ihre Verwendung in der chemischen Industrie, S. 1—26. Stuttgart 1934.

Zum experimentellen Nachweis der Adsorptionsfähigkeit der aktiven Kohle dienen die bekannten Versuchsanordnungen<sup>87, 88</sup>, bei denen das Schererwerden der aktiven Kohle, die Druckverminderung in abgeschlossenem Behälter, das Verschwinden eines gefärbten giftigen Stoffes wie z. B. Chlor- oder Bromdampf u. ä. die erfolgte Adsorption zeigen. Für eine Reihe von Versuchen ist Kohlendioxyd als zu adsorbierender Stoff recht geeignet, nächst dem Brom und Chlor und dann weiterhin Benzoldampf, Schwefelwasserstoff, Äthylätherdampf, Tetrachlorkohlenstoffdampf u. a. m. Bei allen Erörterungen muß immer wieder auf die praktische Bedeutung der Bindung von giftigen Gasen und Dämpfen hingewiesen und diese an Modellen von durchschnittenen Atemfiltern, Tafeln und Lichtbildern aufgezeigt werden. Gerade um der praktischen Verwendung der durch ihre beinahe universale Adsorptionsfähigkeit ausgezeichneten aktiven Kohle willen hat der folgende Versuch<sup>87</sup> Bedeutung: Man bringt einige Gramm aktive Kohle auf der Schale einer Waage ins Gleichgewicht, senkt die Schale mit der aktiven Kohle in einen Glaszylinder und läßt Kohlendioxyd einströmen, bis wieder Gewichtskonstanz eingetreten ist. Die Kohle hat also ein Maximum an Kohlendioxyd adsorbiert. Läßt man jetzt einige Kubikzentimeter Äther auf den Boden des Zylinders fließen, so zeigt beim Emporsteigen des verdampften Äthers erneute Gewichtszunahme der aktiven Kohle an, daß ihr Adsorptionsvermögen noch nicht erschöpft war, und daß sie den neuen Stoff Äther noch zu adsorbieren vermag. Es kann also die Filterschicht aktiver Kohle noch Kampfstoffe adsorbieren, sollte sie auch bereits aus der atmosphärischen Luft oder der Atemluft bis zur Sättigung Kohlendioxyd aufgenommen haben. Adsorption und Desorption<sup>89</sup> werden unter besonderer Betonung dieser Eigenschaft der aktiven Kohle mit Rücksicht auf die Verwendung der A-Kohle in der Industrie (s. o.) behandelt. Recht einfach läßt sich auch zeigen, daß das Adsorptionsvermögen mit steigender Temperatur und fallendem Dampfdruck (Partialdruck) des zu adsorbierenden Stoffes abnimmt. Die Bestimmung einer Isothermenschar führt über das Ziel der Schule hinaus. Auch die Theorie der Adsorption ist nicht Sache der Schule.<sup>90</sup> Eine einfache, auf Anschaulichkeit beruhende Erklärung des Wesens der Adsorption<sup>91, 92, 93</sup> wird der Physikunterricht, meist im Zusammenhange mit der Besprechung der kinetischen Gastheorie und der van der Waals'schen Kräfte, bringen.

## b) Nebel und Rauche

1. Entstehung und Verwendung. Die Ausdrücke Nebel und Rauche werden gelegentlich durcheinander gebraucht, wengleich Nebel die Verteilung eines Stoffes

<sup>87</sup> Peggold=Scharf, Versuche zum Luftschutz, S. 44 (2. Auflage).

<sup>88</sup> Kinttof, Schulversuche zur Chemie der Kampfstoffe, S. 40.

<sup>89</sup> Peggold=Scharf, Versuche zum Luftschutz, S. 45 (2. Auflage).

<sup>90</sup> Blüh=Stark, Die Adsorption. Braunschweig 1929.

<sup>91</sup> Berliner, Lehrbuch der Physik, S. 194. Berlin 1924.

<sup>92</sup> Westphal, Physik, S. 161. Berlin 1928.

<sup>93</sup> Eggert, Lehrbuch der physikalischen Chemie, S. 238. Leipzig 1929.

in Tröpfchenform bestimmter Größe, in sogenannter kolloider Verteilung, bedeutet, während mit Rauch oder besser Staub die Dispersion eines festen Körpers bezeichnet wird. Häufig wird der Begriff Rauch auch für beide Dispersionen gebraucht.<sup>94</sup>

Rauche begegnen uns in der Schulchemie bei der rauchenden Salzsäure, beim Salmiaknebel, beim Schwefeltrioxydnebel, beim Phosphorperoxydnebel u. ä. Die Darstellungen der Rauche durch Verbrennen von Phosphor, Zusammenströmlassen von Chlorwasserstoff- und Ammoniakgas, Auftropfen von rauchender Schwefelsäure oder Chlorsulfonsäure (Nebelsäure) auf gebrannten Kalk, Verbrennen von Zinkpulver-Tetrachlorkohlenstoff- oder -Hexachloräthangemisch u. a. m. sind genügend bekannt und in den Versuchsanleitungen zu Luftschutzversuchen niedergelegt. Als künstlich dargestellte Nebel werden sie zu Larnungszwecken zum Schutze wichtiger Anlagen gegen Sicht verwendet. Neben ortsfesten Nebelgeräten finden auf Kraftwagen, Schiffen und Flugzeugen angebrachte Nebelerzeuger Verwendung. In der Form der „Himmelschreiber“ sind letztere weitbekannt. Nebenbei sei bemerkt, daß die Nebel auch zum Schutze empfindlicher Pflanzungen gegen Fröste mit Erfolg verwendet werden. Über die Erzeugung und den Einsatz von Larnnebeln enthält die Luftschuttliteratur viele Angaben, die sich z. T., wie auch die Behandlung anderer wichtiger Luftschutzfragen, in den einschlägigen Zeitschriften findet. Einige Buchliteratur ist unten verzeichnet.<sup>95-99</sup> Fügt man einem brennbaren Gemisch von Kaliumchlorat und Milchsucker Leerfarbstoffe zu<sup>98</sup>, die bis zur Verdampfung erhitzt werden können, ohne sich zu zersetzen, so erhält man gefärbte Nebel, die für besondere Einzelfälle von Vernebelungen, Signalzwecke u. ä. wertvoll sein können.

Als im Weltkriege die Entwicklung des Zweischichtenatomenfiltereinsatzes so weit vorgeschritten war, daß der gasdisziplinierte Soldat den Angriff mit den bis dahin benutzten Kampfstoffen nicht mehr zu fürchten hatte, fand in diesem nie zur Ruhe kommenden Wettstreit von Angriffsmitteln und Schutzmaßnahmen eine neue Art von Kampfstoffen Anwendung, gegen die der bisher vorhandene Maskenschutz versagte. Die Lösung der angestrebten Angriffsaufgabe gelang vereinter Arbeit der physikalischen und chemischen Forschung. Nicht der chemische Kampfstoff an sich verbürgte den Erfolg, sondern die Art seiner Verteilung in der Luft. Zur Erläuterung der Wirkungsweise dieser Kampfstoffklasse dienen die Versuche, die die Eigenart nebelartig dispergierter Stoffe aufzeigen.

<sup>94</sup> Winkel-Fander, Schwebstoffe in Gasen. Stuttgart 1934.

<sup>95</sup> Knipfer-Hampe, Der zivile Luftschutz. Berlin 1934. Darin: v. Beschwich, Larnung, Verdunkelung und Vernebelung, S. 173.

<sup>96</sup> Hanslian, Der chemische Krieg, I. Band. Berlin 1937. S. 617.

<sup>97</sup> Hunte, Luftgefahr und Luftschutz, S. 131 ff. Berlin 1933.

<sup>98</sup> Müller, Die chemische Waffe. Berlin 1933. Darin: Der künstliche Nebel.

Stolzenberg, Nebelbildung durch Intaktverschweilen organischer Stoffe. Angewandte Chemie 49, 826.

<sup>99</sup> Dräger-Gaschutz im Luftschutz. Lübeck 1933. Darin: Stampe, Betrachtungen zu einer Vernebelung in Travemünde.

2. Eigenschaften der Nebel und Rauche und ihre Abfiltrierung. Bei der Behandlung des Schwefelsäure-Kontaktverfahrens wird die unerwartete Eigenart des Schwefeltrioxydnebels offenbar, sich nicht in Wasser zu lösen, wie jeder Schüler zunächst erwartet. Anschließende Versuche mit Ammoniumchloridnebel, Phosphor-pentorydnebel, Tabakrauch u. ä. zeigen, daß diese Nebel sich nicht im Wasser lösen, während die festen Stoffe Schwefeltrioxyd, Ammoniumchlorid, Phosphor-pentoryd dies tun. Daran schließt sich der Nachweis, daß die nebelartig in der Luft dispergierten Stoffe weder durch die chemische Filterschicht noch durch die Schicht aktiver Kohle zurückgehalten werden. Gestützt auf die mit einfachsten Schulmitteln auszuführenden Versuche zur Darstellung der sogenannten Brownschen Molekularbewegung<sup>79</sup>, erfolgt nun ein Eingehen auf die kinetische Gastheorie und die Erklärung, wie es kommt, daß die aktive Kohle wohl Gase und Dämpfe, aber nicht die nebelartig verteilten Schwebstoffe zurückhält. Die schon oben erwähnte Abhandlung von Winkel-Sander, Schwebstoffe in Gasen, ist für den Lehrer, der in dieses sehr interessante und wichtige Teilgebiet der physikalischen Chemie tiefer eindringen will, ein vortrefflicher Führer. Versuche mit mehrfachen Lagen von Filtrierpapier, mit Filterpappe, mit Extraktionshüllen aus Filtrierpapier, mit Watteschichten in Glasröhren und Schichten aus Daunenfederstückchen werden die Filterung von Schwebstoffen experimentell beweisen. Modell und Abbildungen in Tafel und Lichtbild zeigen die technische Durchführung der Schwebstofffilterung, ein kurzer geschichtlicher Überblick vom Schnappdeckel bis zum Hochleistungsfilter der S-Maske ergänzt die experimentellen und theoretischen Ausführungen. Die Besprechung der Kampfstoffe der Blaukreuzgruppe erfolgt erst später in der organischen Chemie.

### c) Brandstiftende chemische Stoffe<sup>100</sup>

Natrium und Phosphor sind Stoffe von hoher brandstiftender Wirkung, die schon bald zu Beginn des Anfangsunterrichts in Chemie den Schülern bekannt werden. Die Besprechung des Schwarzpulvers gibt Veranlassung, auf die Verwendung des Feuers in den Kriegen früherer Zeiten<sup>101</sup> hinzuweisen. Die Entzündung von Phosphorstückchen durch Reiben oder schwache Erhitzung, die Selbstentzündung einer verdampfenden Lösung von farblosem Phosphor in Schwefelkohlenstoff zeigen die Gefährlichkeit des farblosen Phosphors. Bei derartigen Versuchen muß größte Vorsicht herrschen, um jede Gefährdung von Schülern durch die Versuche sicher auszuschließen. Die bekannten Bücher<sup>102</sup> über die Verhütung von Unfällen bei chemischen Experimenten sind eingehend zu Rate zu ziehen. Diese Versuche zeigen die Möglichkeit der Verwendung des Phosphors zur Brandstiftung als Mittel des Krieges, wie es auch im Weltkrieg geschehen ist. Jedem Chemielehrer sind die un-

<sup>100</sup> v. Schwarz, Handbuch der Feuer- und Explosionsgefahr. München 1936.

<sup>101</sup> Rumpf, Brandbomben. Ein Beitrag zum Luftschutzproblem. Berlin 1932.

<sup>102</sup> Dhmman, Die Unfallverhütung im chemischen und physikalischen Unterricht. Berlin 1928.  
Egli-Rüst, Unfälle beim chemischen Arbeiten. Zürich 1925.

angenehmen, von Explosionen oft begleiteten Verbrennungen des Natriums und Kaliums bekannt, die schon so manches Unglück angerichtet haben. Was lag näher, als auch diese Stoffe in Brandbomben zu verwenden? Gemische von Schwarzpulver als Zündungsmittel, Benzin und Zelluloid als leichtentflammbaren Stoffen und Schwerölen als eigentlichen Brandstiftern wurden auch zur Füllung von Brandbomben verwendet.

Nach den heutigen Erfahrungen hat wohl die größte Aussicht auf Verwendung in Brandbomben das Thermitgemisch, dessen Vorführung und Besprechung zu den Grundlagen fast jedes Chemieunterrichts gehört. Wie weit das stöchiometrisch errechnete Gemisch von Aluminium und Eisenoxyd als Thermitgemisch Verwendung gefunden hat, wie weit Veränderungen in den Mischungsverhältnissen vorgenommen worden sind, darüber finden sich genauere Angaben in dem Buche von Kast<sup>103</sup>. Auch das bereits erwähnte Werk von Rumpf<sup>104</sup> gibt Auskunft. Genügt in der Unterstufe die versuchsmäßige Vorführung des Abbrennens einer Thermitmischung und der Nachweis der gewaltigen Hitzeentwicklung, so muß auf der Oberstufe im Anschluß an die Behandlung der Wärmetönung der Verbrennungsvorgang des Thermits unter Entwicklung der Gleichungen für die Verbrennung von Eisen und Aluminium thermochemisch geklärt werden. Die Werte für die Bildungswärmen von Eisenoxyd und Aluminiumoxyd findet man u. a. in dem vom Chemielehrer viel zu wenig benutzten Chemiker-Kalender<sup>105</sup>. Nebenbei mag erwähnt sein, daß bei der Selbstherstellung von Thermitgemischen darauf zu achten ist, daß das Eisenoxyd nicht zu viel Feuchtigkeit enthält: nötigenfalls ist es zu trocknen. Das Aluminium wird am besten in der Griechform verwendet, da feines Aluminiumpulver zu fast explosionsartigen Verbrennungen neigt. Die entsprechenden Zündgemische für das Thermit, bestehend aus Al- oder Mg-Pulver in Mischung mit Bariumperoxyd oder Kaliumperchlorat, sind in den Versuchsanleitungen angegeben. Für Versuchszwecke sind auch Thermitbrandsätze im Handel erhältlich. Besonders preiswert sind die kleinen Mox-Brenner-Sätze, die auch für andere Versuchszwecke recht gut geeignet sind.<sup>106</sup> Die Eigenschaften des Elektronmetalls, das als Brandbombenhülle und als Einlagerung in den Brandsatz verwendet wird, werden bei der Besprechung des Magnesiums und des Aluminiums behandelt (vgl. die Literaturangaben über Leichtmetalllegierungen auf S. 184 ff.). Die Brennbarkeit der Elektronlegierungen und die Neigung des brennenden Metalls, Spritzer von brennendem Elektron umherzuwerfen, werden durch Versuche dargetan.

Über den Einsatz der Elektronthermitbombe im Weltkrieg und die Bewertung ihrer Wirkung in der Nachkriegszeit finden sich eingehende Ausführungen in dem oben erwähnten Buche von Rumpf (vgl. S. 135 ff.).

<sup>103</sup> Kast, Spreng- und Zündstoffe. Braunschweig 1921.

<sup>104</sup> Rumpf, Brandbomben. Ein Beitrag zum Luftschutzproblem. Berlin 1932.

<sup>105</sup> Chemiker-Kalender. Herausgegeben von Koppel. Berlin. Verlag Springer. Jährlich erscheint eine neue Ausgabe. Für den Chemieunterricht genügt eine Ausgabe für viele Jahre.

<sup>106</sup> Zeitler, Neue Versuche mit Thermit. Zeitsch. f. d. phys. u. chem. Unterricht. 40. Jhrg. 1927. S. 16 ff.

## d) Feuerschutz durch chemische Verfahren

Die Wirkung der Brandbombe bei Luftangriffen wird in der Gegenwart bei ungenügendem vorbeugenden und abwehrenden Feuerschutz als recht bedeutend eingeschätzt. Um so mehr ist eine genügende Brandschutzdisziplin aller Gefährdeten unumgänglich, um so wirksamer ist geordneter Feuerschutz. Zwei Möglichkeiten zur Abwehr der Brandgefahr sind vorhanden: die Unschädlichmachung der Brandbombe<sup>107</sup> und die Löschung eines entstandenen Brandes einerseits, die Erzielung einer Schwerebrennbarkeit leichtentzündlicher Stoffe andererseits.

1. Feuerlöschung. Die Herausarbeitung der Bedeutung der Luft oder besser des Luftsaurestoffes für die Verbrennung schließt auch sofort die Möglichkeiten der Löschung eines Brandes durch Abschließen des Sauerstoffes in sich: die Verwendung der Feuerlöschdecke, die Erzeugung schwerer Gase, die nicht brennbar oder feuererstickend sind und den Brandherd von weiterer Sauerstoffzufuhr abschließen, die Verwendung von Schäumen, um die feuerlöschenden Gase auf dem brennenden Körper festzuhalten, ja auch die Wirkung von Sand und Wasser als Löschmittel finden, zum mindesten teilweise, so ihre Erklärung. Im Dienste der außerordentlich wichtigen Brandverhütung, die noch weit über den Rahmen des Luftschutzes hinausgeht, sind die praktischen Auswirkungen dieser Feuerlöschmöglichkeiten durch Versuche zu belegen und durch Besuche von Feuerwehren, Feuerschutzmuseen, Arbeitsschutzmuseen u. ä.<sup>108, 109</sup> zur Anschauung zu bringen. Die Versuche zur Erklärung der Flüssigkeitsdrucklöcher, der Trockenlöcher, der Tetralöcher und der Schaumlöcher sind in den erwähnten Anleitungen für Versuche zum Luftschutz dargestellt. Um nicht falsche Vorstellungen unter den Schülern über die Durchführung des im zivilen Luftschutz notwendigen Brandschutzes aufkommen zu lassen, muß der Chemielehrer darauf hinweisen, daß die Anwendung der beschriebenen Löcher meist nur in Sonderfällen in Betracht kommt. Für den Brandschutz des einzelnen Hauses ist neben der Gießkanne, der Feuerpatzche und dem Sand vor allem die Kübelspritze oder Einstellspritze, deren Wirkungsweise der Physikunterricht behandelt, der wirkungsvollste, durchaus erschwingbare Feuerlöcher. Handelt es sich aber um den Schutz besonders gefährdeter Räume, in denen feuergefährliche Stoffe lagern, dann sind die chemischen Löcher unentbehrlich.

2. Feuerschutzmittel. In Theatern, Museen, Ausstellungen usw. ist die Tränkung oder der Anstrich leicht brennbarer Gegenstände mit Flüssigkeiten, die eine Schwerebrennbarkeit herbeiführen, schon seit langem mit bestem Erfolge in Gebrauch<sup>110</sup>. Für die Bodenräume aller wichtigeren Gebäude und, soweit irgend durchführbar, auch für alle Wohngebäude muß dieser Schutz erstrebt werden. Sieht man von der nur behelfsmäßigen Verwendung von Anstrichen mit Kalk- oder Lehmbrühe

<sup>107</sup> Der sin-Liedt, Verhalten von Chemikalien bei Bränden. München 1936.

<sup>108</sup> Führer durch das Feuerschutzmuseum der Feuerzozietät der Provinz Brandenburg.

<sup>109</sup> Im Dienste der Brandverhütung. Feuerzozietät der Provinz Brandenburg.

<sup>110</sup> Lindner, Der Brandschutz, in: Knipfer-Hampe, Der zivile Luftschutz.

ab, die durch die Einlagerung mineralischer Stoffe in die Holzoberfläche immerhin einen vorübergehenden Schutz verleihen, so beruht die Wirkung der Feuerschutzstoffe vornehmlich darauf, daß durch die Hitze des angreifenden Brandes aus den Anstrich- oder Tränkungsmitteln feuererstickende Gase abgespalten oder schützende Schmelzen und Blasen erzeugt werden. Mit Rücksicht auf die ungeheuren Werte an Volksvermögen, die alljährlich durch Feuer vernichtet werden, deren Gefährdung bei Luftangriffen aber ins Ungemessene steigen würde, ist die zielbewußte Forschung auf dem Gebiete der Feuerschutzmittel ein dringendes Gebot. Die Forderung nach Billigkeit, leichter Anwendbarkeit und sicher bemessenem Schutzvermögen steht an erster Stelle. Sieht man von der Angabe ab, daß schon im Altertum die Römer durch Anstriche mit Tonaufschwemmungen und Essig Holzbauten zu schützen suchten, so sind die ersten Vorschläge für den Feuerschutz leicht brennbarer Stoffe noch vor der Mitte des 18. Jahrhunderts gemacht worden<sup>111</sup>. Die eigentliche Erforschung der notwendigen Eigenschaften eines Feuerschutzmittels und seiner Bewertung hat doch erst vor wenigen Jahrzehnten eingesetzt<sup>112, 113</sup>.

Um die Wirkungsweise der schwerbrennbar machenden Feuerschutzmittel im Versuch zu zeigen, genügt für unseren Unterricht die Tränkung von Holz und Textilstoff<sup>114</sup> einmal mit einer 10—20%igen Lösung von Ammoniumsulfat und zum andern mit einer Lösung von Bor säure oder Borax oder einem Phosphat. Durch die Hitze der Flammen werden die Ammonsalze thermisch dissoziiert und spalten feuerschützende Gase oder Nebel ab, die Salze der Bor- und Phosphorsäure bilden schützende Schmelzen. Bei diesen Versuchen ist die feuerschützende Wirkung nur in Gegenüberstellung mit ungetränkten Materialien zu zeigen. Es ist auch darauf hinzuweisen, daß eine vollständige Unverbrennlichkeit nicht zu erzielen ist, um nicht unmögliche Anforderungen an die Feuerschutzmittel zu stellen. Wird der zu schützende Stoff so weit erhitzt, daß seine Zersetzung eintritt, so kann diese von dem Schutzmittel nicht verhindert werden, wohl aber kann das Schutzmittel die Geschwindigkeit der Umsetzung mindern.

## B. Organische Chemie

### a) Einige organische Industriegifte

Mit Rücksicht darauf, daß Versuche mit den eigentlichen Kampfstoffen im Schulunterricht doch nur in äußerst beschränktem Umfang auszuführen sind, haben die Stoffe Benzin, Benzol, Nitrobenzol, Anilin u. a. als Erfahstoffe Bedeutung. Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit des Gasschutzes in der Industrie ist bei der Durchnahme der Verbindungen, die hier erwähnt sind, auch ihre Giftigkeit zu betonen. Selbst-

<sup>111</sup> Andés, Feuersicher-, Geruchlos- und Wasserdichtmachen. Wien 1922.

<sup>112</sup> Schlegel, Untersuchungen über die Grundlagen des Feuerschutzes von Holz. Berlin 1934.

<sup>113</sup> Falck-Nekker, Prüfung und Schutzwertbestimmung der Feuerschutzmittel des Holzes. Jena 1934.

Meß, Herabsetzung der Brennbarkeit des Holzes. Berlin 1936.

<sup>114</sup> Pechold-Scharf, Versuche zum Luftschutz. 1936.



verständlich gehört es nicht zu den Aufgaben der Schule, den Zusammenhang zwischen Konstitution und Eigenschaften, in unserem Falle Giftigkeit, chemischer Verbindungen näher zu betrachten, aber Hinweise auf das Bestehen und die Bedeutung derartiger Zusammenhänge sind am Platze, um immer wieder den Schülern die Richtung und den Wert moderner Forschung darzutun<sup>115, 116</sup>.

Als Beispiele seien genannt: Die niederen Homologen der Paraffine, Methan und Äthan, sind einfache Stickgase, während die höheren Glieder dieser Reihe, wie sie z. B. im Benzin enthalten sind, narkotische Wirkungen ausüben. Allgemein läßt sich sagen, daß die Kohlenwasserstoffe der fetten und aromatischen Reihe lähmende Wirkung haben, und zwar um so mehr, je mehr Kohlenstoff und je weniger Wasserstoff in der Gruppe enthalten ist. Der Eintritt von Hydroxylgruppen gibt der Verbindung erregende Wirkung, wobei auch die Wirkung der höheren Alkohole stärker ist als die von Methyl- oder Äthylalkohol. Andererseits setzt das Eintreten mehrerer Hydroxylgruppen die Wirksamkeit herab, wie die zunehmende Unschädlichkeit der Reihe Äthylalkohol, Glykol und Glycerin zeigt. Halogenisierung eines Kohlenwasserstoffs steigert die Wirkung bedeutend, wie die Reihe Methan, Methylchlorid und Chloroform zeigt. Diese Beispiele mögen genügen, es bleibt noch der Hinweis darauf, daß in manchen Fällen physikalische Eigenschaften der Stoffe, wie z. B. Löslichkeit und Flüchtigkeit, wichtiger oder mindestens ebenso wichtig sind wie die chemische Konstitution.

#### b) Chemische Kampfstoffe

Die chemischen Kampfstoffe lassen sich entweder nach ihrem chemischen Aufbau oder nach ihrer physiologischen Wirkung ordnen<sup>117</sup>. In den meisten Fällen wird die bei der praktischen Ausbildungsarbeit im Luftschutz angewendete Anordnung nach der physiologischen Wirkung sich auch im Chemieunterricht als brauchbar erweisen. Notwendig bleibt, als Klassenbezeichnung für die Kampfstoffe nicht allein die Namen: Weißkreuz-, Grünkreuz-, Blaukreuz- und Gelbkreuzkampfstoffe zu verwenden, sondern immer in der Hauptsache die Bezeichnungen nach den physiologischen Wirkungen zu wählen: Augenreizstoffe, Lungengifte, Nasen- und Rachenreizstoffe und Hautgifte. Mit Rücksicht auf die Fortschritte des Gaschutzes im Weltkriege ist auch die Fortentwicklung der Kampfstofftechnik zu behandeln, wie es folgende Gegenüberstellung kurz andeutet: Augenreizstoffe — Schutzbrille, Lungengifte — Gasmaske mit Ein- bzw. Zweischichtenatemfilter, Nasen- und Rachenreizer — Gasmaske mit Zweischichtenatemfilter und Schnappdeckel bzw. S-Filter, Hautgifte — Gasmaske mit Hochleistungsatemfilter und Gummischutzanzug. Das grundlegende Werk von Hanslian gibt auf S. 9 ff. zu solchen Betrachtungen das notwendige Material. So wie sich aus den über 3000 chemischen Verbindungen, die auf ihre Eignung als Kampfstoffe geprüft worden sind, nur ein gutes Duzend als verwendbar erwiesen haben, so ist

<sup>115</sup> Flury-Zernik, Schädliche Gase: Toxikologischer Teil, S. 69.

<sup>116</sup> Fränkel, Die Arzneimittelsynthese: Theorie der Wirkungen organischer Verbindungen.

<sup>117</sup> Bgl. Seite 228.

auch im chemischen Unterricht scharfe Auswahl zu treffen, um nur die allerwichtigsten Vertreter der Kampfstoffe zu behandeln. Es sei davor gewarnt, alle im Weltkriege nur irgendwo verwendeten Kampfstoffe den Schülern mit Namen und Formeln zu nennen. Bei der Unübersichtlichkeit der chemischen Systematisierung der Kampfstoffe bleiben die Formeln den Schülern doch nur leerer Schall. Eine kurze, treffliche Übersicht über die Kampfstoffe enthält das bereits mehrfach erwähnte Werk von Knipfer-Hampe.<sup>118</sup> Zu eingehenderem Studium sind die Bücher von Ulrich Müller<sup>119</sup>, von Julius Meyer<sup>120</sup> und besonders von Mario Sartori<sup>121</sup> geeignet.

Bei aller Schwierigkeit einer chemischen Einordnung der Kampfstoffe ist es methodisch doch sehr wertvoll, bei der Durchnahme der Kampfstoffe auf die Grundverbindungen hinzuweisen, die bei dem Aufbau der Kampfstoffe eine unverkennbare Rolle spielen. Die Ketone, unter Einführung von Halogenatomen, begegnen uns im Bromazeton, im Brommethyläthylketon und im Chlorazetophenon, während im Äthylbromid und im Brombenzylcyanid sich die Wirkung halogenisierter aromatischer Kohlenwasserstoffe zeigt. Besonders zahlreich sind die wirksamen organischen Abkömmlinge des Arsenwasserstoffs, der dadurch für die Schule neben seiner Bedeutung für die Aufstellung des periodischen Systems der Elemente erhöhte praktische Bedeutung erlangt. Clark I, Clark II, Adamsit, Dick, Lewisit und Methylchlorarsin gehören hierher. Der Schwefelwasserstoff hat der Kampfstoffchemie in seinem Abkömmling Dichlordiäthylsulfid, dem Lost, den wichtigsten Vertreter gegeben. Phosgen und Perstoff zeigen in der Gruppe CO Verwandtschaft mit den oben erwähnten Ketonen. Chlorpikrin zeigt die schon oben erwähnte Wirkung der Einführung von Chloratomen in das Methanmolekül und daneben und hauptsächlich die Bedeutung der NO<sub>2</sub>-Gruppe. Natürlich können im chemischen Unterricht selbst der Oberrealschulen nur kurze Hinweise dieser Art Platz finden; der Lehrer, der sich mit diesen wissenschaftlich sehr interessanten Fragen eingehender zu beschäftigen wünscht, findet reiches Material in dem Buche des Italieners Sartori<sup>121</sup>.

Welche Versuche lassen sich mit Schulmitteln, ohne die Schüler auch nur irgendwie zu gefährden, durchführen? Zunächst kommt von Darstellungen von Kampfstoffen höchstens die Gewinnung von kleinsten Mengen Bromazeton<sup>122</sup> oder Äthylbromid<sup>123</sup> in Betracht. Zum Vorzeigen der Kampfstoffe sind Schaukästen im Handel, die, in Glasröhren eingeschmolzen, Proben der wichtigsten Kampfstoffe enthalten. Für Schulen dürfen nur die Kästen mit Ultraschall benutzt werden, da das Herumzeigen der eingeschmolzenen echten Kampfstoffe beim Herunterfallen des Schaukastens zu erheblicher Gefährdung der Schüler führen kann. Die Geruchstaschen, die

<sup>118</sup> Mielenz, Chemische Kampfstoffe, Gaschutz und Entgiftung, in: Knipfer-Hampe, Der zivile Luftschutz, S. 231. Berlin 1934.

<sup>119</sup> Müller, Die chemische Waffe. Berlin 1933.

<sup>120</sup> Meyer, Der Gaskampf und die chemischen Kampfstoffe. Leipzig 1926.

<sup>121</sup> Sartori, Die Chemie der Kampfstoffe. Braunschweig 1935.

<sup>122</sup> Pehold-Scharf, Versuche zum Luftschutz, S. 56 (2. Aufl.).

<sup>123</sup> Kintto, Schulversuche zur Chemie der Kampfstoffe, S. 78.

im Handel erhältlich sind, enthalten die Proben der Kampfstoffe zur Nachweisung des Geruches in einer derartigen Ausführung, daß Schädigungen der Schüler nicht mehr vorkommen können. Man achte darauf, nur solche Geruchsproben zu benutzen, bei denen die Glasstäbchen mit den winzigen Mengen von Kampfstoffen nicht aus dem umhüllenden Glase völlig herausgezogen werden können. Unbedingt abzulehnen ist der Gebrauch der Schwelpapiere und Schwelthölzer, die dazu dienen, die physiologische Wirkung der Blaukreuzkampfstoffe zu zeigen. Die Wirkung dieser Proben ist so eindrucksvoll, daß die Behauptung eines Schülers, dadurch dauernd geschädigt zu sein, schwer zu widerlegen sein wird. Bei der Haftpflicht, die dem Chemielehrer in besonderem Maße obliegt, können derartige Klagen von seiten eines Schülers dem Lehrer schwere Ungelegenheiten bereiten. Ebenso ist in jedem Falle die Verwendung von Schweltöpfchen in der Schule zu vermeiden. Ungefährlich ist der Versuch mit einer Probe des Nachkriegsstoffes Chlorazetophenon, den man folgendermaßen ausführt. Auf ein Drahtnetz, das auf einem Dreifuße liegt, legt man ein Körnchen Chlorazetophenon von der Größe eines Stecknadelkopfes bis Hirsekorns (nicht mehr!) und erhitzt mit ungefähr 3 cm hoher Bunsenflamme. Die augenreizende Wirkung des Stoffes wird sich bald zeigen. Sobald diese Wirkung eintritt, wird die Erhitzung unterbrochen, das Netz mit dem Kampfstoff unter den Abzug gestellt und für reichliche Durchlüftung des Zimmers durch gleichzeitiges Öffnen der Fenster und Türen gesorgt.

Die oben erwähnten Schwelpapiere können Verwendung finden, wenn man bei der Suche nach einer augenfälligen praktischen Anwendung der Marsh'schen Arsenprobe den Arsengehalt z. B. der Clark-Kampfstoffe nachweist. So findet die im Schulunterricht häufig ohne Berechtigung vorgeführte Marsh'sche Probe eine vortreffliche Anwendung. Auch der Nachweis der Zyangruppe und des Halogenatoms kann leicht an den in den Schwelpapierproben enthaltenen Kampfstoffen geführt werden. Um die zerstörende Wirkung des Wassers auf Phosgen und Perstoff zu zeigen, dürfen diese Kampfstoffe natürlich nicht benutzt werden, wohl aber kann diese Erscheinung an einem Parallelstoff, dem Benzoylchlorid oder dem Acetylchlorid, gezeigt werden. Ebenso kann die zerstörende Wirkung von Alkalien nachgewiesen werden.

### c) Explosivstoffe

Die Explosivstoffe haben auf dem Gebiete des Luftschutzes eine doppelte Bedeutung: Sie dienen einmal zur Zerlegung der Bombenhüllen in Splitter, um durch die Gewalt des Explosionsstoffes und die Wucht der Splitter Schaden anzurichten, bei den Kampfstoff- und Brandbomben zerreißen sie auch durch die Gewalt der Explosion die Hülle, zerteilen den eingeschlossenen Kampfstoff oder leiten den Brand der Bombe ein. Dagegen tritt die Eigenschaft der Explosionsstoffe, bei der Detonation Kohlenoxyd, auch Stickstoffoxyde zu bilden und damit eine Gasgefahr hervorzurufen, fast ganz zurück.

Alle Versuche, die in der Schule mit Explosivstoffen<sup>124</sup> angestellt werden, müssen mit der allergrößten Vorsicht (kleinste Mengen, Schuttscheibe, Zurücktretenlassen der Schüler u. a. m.) durchgeführt werden. Forscheit des Lehrers bei solchen Versuchen ist hier gar nicht am Platze, zumal bei Unglücksfällen der Lehrer auch noch mit dem Sprengstoffgesetz in unangenehme Berührung kommen kann.

Um die Brisanz von Explosivstoffen zu zeigen, kann man das bei richtiger Handhabung völlig ungefährliche Azetylen Silber benutzen oder eine Mischung von Kupferthermit. Die Erklärung für die Explosionswirkung gibt der Versuch, der gestattet, die Explosionsgase von Schwarzpulver aufzufangen und dabei zu beobachten, daß das Volum der heißen Explosionsgase mehrfach größer ist als der Rauminhalt der abgekühlten Gase. Das Auftreten nitroser Gase läßt sich zeigen, indem man eine kleine Flocke selbstbereiteter Schießbaumwolle in einem Reagenzrohr durch Erhitzen über dem Bunsenbrenner zur Verpuffung bringt. Farbe der hinterbleibenden Gase wie Prüfung mit Diphenylamin läßt das Vorhandensein von nitrosen Gasen erkennen.

### Literaturübersicht

#### I. Bücher

- Aluminium= Taschenbuch. 1936.  
 Andés, Feuerficher-, Geruchslos- und Wasserdichtmachen. 1922.  
 Bailleul=Herbert=Reifemann, Aktive Kohle und ihre Verwendung in der chemischen Industrie. 1934.  
 Blankenburg=Dreyer, Nationalsozialistischer Wirtschaftsaufbau und seine Grundlagen. 1934.  
 Blüh=Stark, Die Adsorption. 1929.  
 Büscher, Giftgas! Und wir? 1932.  
 Christen, Materiallehre. 1932.  
 Datsch, Deutschland — Aufbau und Weltgeltung. 1934.  
 — Luftfahrt. 1935.  
 Derfin=Liedt, Verhalten von Chemikalien bei Bränden. 1936.  
 Deutsche Wirtschaftskunde.  
 Dolch, Die Brennstoffe und ihre Industrien. 1932.  
 — Brennstofftechnisches Praktikum. 1931.  
 Drägerwerk, Dräger-Gaschutz im Luftschutz. 1933.  
 — Dräger-Vorträge. 1932.  
 Dräger, Gaschutz im Luftschutz, in Industrie und Gewerbe. 1936.  
 Falck=Kettkar, Prüfung und Schutzwertbestimmung der Feuerschutzmittel des Holzes. 1934.  
 Feuersozietät der Prov. Brandenburg, Im Dienst der Brandverhütung.  
 — Führer durch das Feuerschutzmuseum in Berlin.  
 Flury=Zernik, Schädliche Gase. 1931.  
 Gas- und Wasserfach, Kalender für ... 1932.  
 Geisler, Unsere Verbrauchsgüter und ihre Herstellung. 1935.  
 Hampe, Der Mensch und die Gase. 1934.  
 Hampe, Der Mensch und die Luftgefahr. 1936.  
 Hanslian, Der chemische Krieg. 1937.

<sup>124</sup> Pechold=Scharf, Versuche zum Luftschutz, S. 58 ff. (2. Auflage).

- Hinzmann, Nichteisenmetalle, 2. Teil: Leichtmetalle. 1934.  
 Hunke, Luftgefahr und Luftschuß. 1933.  
 Kast, Spreng- und Zündstoffe. 1921.  
 Keller, Laboratoriumsbuch für die Kokerei- und Leerproduktenindustrie. 1923.  
 Kintkof, Schulversuche zur Chemie der Kampfstoffe. 1935.  
 Kießling, Die Mineralöle (Sammlung Götschen). 1925.  
 — Laboratoriumsbuch für die Erdöl-Industrie. 1923.  
 Knipfer-Hampe, Der zivile Luftschuß. Ein Sammelwerk über alle Fragen des Luftschußes. 1934. (2. Aufl. i. Vorb.).  
 Krause-Spiher, Rezepte für die Werkstatt.  
 Landesgruppe Ostpreußen des R. L. W., Die Luftschuß-Zibel.  
 Lehmann, Die deutschen Forschungsstätten. 1929.  
 Maas, Korrosion und Rostschutz.  
 Macho, Die Physik der Verbrennungsercheinungen. 1918.  
 Meyer, Der Gaskampf und die chemischen Kampfstoffe. 1926.  
 — Die Grundlagen des Luftschußes. 1935.  
 Meyer-Sellien-Borowick, Schule und Luftschuß. 1934.  
 Möller, Der Flugmotor.  
 Müller, Die chemische Waffe. 1933.  
 Niese-Krökel, Das autogene Schweiß- und Schneidverfahren (Sammlung Götschen). 1929.  
 R. S. W., Brandschaden ist Landschaden.  
 Olzjewski, Chemische Technologie des Wassers (Sammlung Götschen). 1925.  
 Ost-Rassow, Lehrbuch der chemischen Technologie. 1936.  
 Paarmann, Chemie des Waffen- und Maschinenwesens. 1936.  
 Pahl, Der Kampf um die Rohstoffe. 1928.  
 Pehold-Scharf, Versuche zum Luftschuß. 1936. (2. Aufl.).  
 Pye, Die Brennkraftmaschinen. 1933.  
 Reich, Kraftstoffe und Schmiermittel. 1929.  
 Reichwein, Die Rohstoffwirtschaft der Erde. 1928.  
 Reinhard, Weltwirtschaftliche und politische Erdkunde. 1929.  
 Rielsen-Jahn-Traeger, Werkstoffprüfung (Metalle). 1928.  
 Rischbieth, Quantitative chemische Versuche. 1928.  
 Rumpf, Brandbomben. 1932.  
 — Gaschuß. 1936.  
 Sartori, Die Chemie der Kampfstoffe. 1935.  
 Schaefer, Flugmotorenkunde. 1934.  
 Schlegel, Untersuchungen über die Grundlagen des Feuerschusses von Holz. 1934.  
 Schmidt, F., Das Kohlenoxyd. 1935.  
 — A., Die industrielle Chemie in ihrer Bedeutung im Weltbild u. Erinnerungen an ihren Aufbau. 1934.  
 Schütt, Die chemischen und physikalischen Grundlagen des Luftschusses in der Schule. 1935.  
 Schwarte, Die Technik im Weltkrieg. 1920.  
 von Schwarz, Handbuch der Feuer- und Explosionsgefahr. 1936.  
 Statistisches Jahrbuch des Deutschen Reiches.  
 Stolzenberg, Experimente und Demonstrationen zum Luftschuß. 1933.  
 Teichmann, Der Luftschuß-Leitfaden für alle. 1935.  
 Trappmann, Schädlingsbekämpfung, Grundlagen und Methoden. 1927.  
 Ullmann, Enzyklopädie der technischen Chemie. 1927 ff.  
 Verein Deutscher Ingenieure, Forschung tut not (7 Hefte).  
 Vogt, Die chemischen Pflanzenschutzmittel (Sammlung Götschen). 1926.

Winkel-Lander, Schwefelstoffe in Gasen. 1934.

Wirth, Brennstoffchemie. 1922.

Wirth-Muntsch, Die Gefahren der Luft und ihre Bekämpfung. 1935.

Wizinger, Chemische Plaudereien. 1934.

## II. Zeitschriften

Die Sirene.

Gaschutz und Luftschutz.

Dräger-Hefte (Periodische Mitteilungen des Drägerwerkes).

Die Gasmaske (Herausgeber: Luergesellschaft).

Luftfahrt und Schule. Zeitschrift zur Förderung der Luftfahrt und des Luftschutzes an deutschen Schulen.

Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften.

Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht.

# Das Flugwesen im Biologie-Unterricht<sup>1</sup>

Von Walter Schnell

## 1. Der Menschenflug und sein Naturvorbild

Von seinen traumhaften Uraufängen an war der Fluggedanke des Menschen bestimmt durch die Vorbilder in der Natur. 60% der uns bekannten Tierarten sind flugfähig; unzählige Früchte und Samen des Pflanzenreichs zeigen die verschiedensten Formen passiven Gleit- und Schwebevermögens. Das Getragenwerden und Schwimmen der Wassertiere in einem gegenüber dem eigenen Körper gleichschweren Medium regte zu Analogievorstellungen des Verhaltens schwerer verminderter Körper im Luftraum an. Weit vor der Technik entfaltet sich die Phantasie. Ihre Wirksamkeit ist verschiedenartig durch die Rassegeelen der einzelnen Völker bestimmt. Der Orientale träumt vom mühelosen zauberhaften Schweben auf Teppichen oder in Wunderschuhen (Märchen aus Tausendundeiner Nacht). Der nordische Mensch will aktiv kämpferisch Herr der Natur werden. Er beobachtet die von ihm gebotenen Vorbilder und unter diesen zunächst den Vogel, dessen Flugvorgang ihm leicht verständlich erscheint. Er würdigt aber auch die Gefahren, die eine Überschreitung natürlicher Lebensgrenzen bringen muß; sie schrecken ihn nicht, sondern befeuern seinen Latendrang. So muß es ihm vorbehalten bleiben, aus Traum Lat werden zu lassen. Eine gerade Linie führt von Daedalus und Ikarus über den unermüdlichen Konstrukteur Lionardo da Vinci und den Schneider von Ulm zu Lilienthal und dem modernen Flugwesen, dessen biologischen Gipfel trotz vorläufiger Bescheidenheit des äußeren Erfolgs der heutige Muskelkraftflug darstellt.

Was aus der Natur als Anregung verwandt werden konnte, ergab sich jeweils aus der zeitbedingten Tiefe des Eindringens in das biologische Flugproblem. Ein Blick auf den beherrschenden deutschen Flugzeugtyp der Vorkriegszeit, den man wegen seiner vermeintlichen Vogelähnlichkeit „Taube“ nannte, vermag uns Heutigen nicht mehr den Eindruck der Befolgung des Wesentlichsten eines Naturvorbildes zu vermitteln. Befriedigte damals die rohe Ähnlichkeit der äußeren Form von Flügeln und Rumpf sowie die Tatsache des Flugvermögens an sich, so stoßen sich unsere geschulteren Augen an dem unorganischen Gewir der widerstandsteigernden Spanndrähte, dem Fehlen jeder aerodynamischen Flächengestaltung und

<sup>1</sup> Eingehendere Behandlung des Gegenstandes in den Werken des Verfassers „Luftfahrtmedizin“ und „Luftfahrt im Biologieunterricht“ (Verlag Volkmann).

an dem Widerspruch, Umrißformen von Schwingenfliegern sklavisch und äußerlich auf das gänzlich andersartige Prinzip des Drachenfliegers zu übertragen. Eine Ju 52 ist vogelähnlich in einem viel tiefer erfaßten Sinne. Flugphysik und Flugbiologie vertiefen wechselseitig die Erkenntnis. Mag auch historisch der Techniker oft erst nachträglich die Übereinstimmung eines neuen Fortschritts mit bis dahin unbeachtet gebliebenen gleichartigen Einrichtungen im Tierreich entdeckt haben, so fordert doch die planmäßige Fortentwicklung des Flugwesens, wenn sie unnötige Nebenwege vermeiden will, Kenntnis und Auswertung der Problemlösungen, die uns Tier- und Pflanzenwelt in reicher Fülle bietet. Wir werden durch einen solchen Vergleich bescheiden bezüglich des bisher Erreichten und hoffnungsvoll für gänzlich neue Wege der Zukunft.

Aber auch die notwendigen Unterschiede künstlichen Fluggerätes und lebendiger Flugorganismen müssen klar erfaßt werden. Muskeleiweiß als kontraktile Substanz bedeutet eine grundsätzlich andere Antriebsart als Motoren mit rotierender Welle. Die Anpassung der Tragdeckform an geänderte Fluglagen bei Richtungsänderungen und beim Variieren von Höhen muß bei dem harten Material der Technik anders erfolgen, als in einem geschmeidigen, einheitlich bewegten Tierkörper.

Die Körperform fliegender Organismen bedeutet stets ein Kompromiß zwischen der reinen, widerstandsfreien Stromlinienform und den widerstandserhöhenden Antriebseinrichtungen.<sup>2</sup> Je höher die Fluggeschwindigkeit im Sinne der Lebenserhaltung einer Tierart steht, um so wichtiger ist die Ausschaltung des Luftwiderstandes, der bei zunehmender Geschwindigkeit in geometrischer Progression ansteigt. Da die Geschwindigkeit ferner von dem Verhältnis der Flugmuskulatur zum Gesamtgewicht abhängt, vermag ein muskelstarker Flieger mit wesentlich geringerer tragender Fläche auszukommen und sich daher vollkommener der für ihn günstigen Stromlinienform anzunähern. Volle Stromlinienform finden wir nur bei Wassertieren (Hai, Hecht), deren Schwimmen dem Fahren eines Lenkluftschiffs („leichter als Luft“) analog ist. Unter den Vögeln und Insekten finden wir günstigste Flugformen (Abler, Schwalben; Schwärmer unter den Schmetterlingen) bei einseitig flugangepaßten Weitstreckenfliegern, während andere Gattungen für ihre Lebensweise günstiger durch vielseitigere Bewegungsform (Laufvogel) eingerichtet sind oder (Tagfalter) für ihre gaukelnden Kurzstreckenflüge von Blume zu Blume größere Kräftersparnis durch leichtesten Körperbau mit großen Tragflächen gewinnen. Ebenso gehen unter den Netzflüglern die Unterschiede von Körperform und Lebensweise parallel bei den schnellfliegenden Libellen gegenüber den Eintagsfliegen.

Der Schweb- und Gleitflug im Pflanzenreich vermag an leicht zu beschaffendem Naturmaterial am anschaulichsten dem Schüler unmittelbare Vertrautheit mit dem Verhältnis zwischen Flächenform und Flugvermögen zu vermitteln. Fallversuch mit Schwebefrüchten, Nachbildung in vergrößerter Form, Vorhersage der Flugform vor dem praktischen Versuch, Flächenberechnung sind die Stufen des

<sup>2</sup> Vgl. S. 112.



didaktischen Aufbaus — ständig im Vergleich mit Flugzeugmodellen. Den einfachsten Fall, dem Freiballon vergleichbar, bilden Samen, die durch leichtes Gewicht bei mächtiger Oberflächenvergrößerung ihr spezifisches Gewicht dem der Luft so weit annähern, daß die Sinkgeschwindigkeit verringert und längeres passives Getragenwerden ermöglicht wird, die Körnchenflieger (Storchschnabelgewächse), Blasenflieger (Kleearten, Blasenstrauch). Ein analoges Beispiel bieten im Wasser die Blasenlange. Segelfliegerfrüchte erinnern in Form und Funktion oft an den Bumerang, während die Federballfliegerfrüchte (Dryobalanops) das Prinzip des Autogiroflugzeugs vorwegnehmen; ähnlich bedingtes Kreisen und langes Schwebevermögen zeigt die Schirmfliegerfrucht des Löwenzahns. Der Schraubenfliegersame von Fichte und Ahorn läßt, bei relativ schweren Früchten, die Wirkungen von Flächenkrümmung und exzentrischer Schwerpunktlage erkennen.

Schwebeflug bei Tieren findet sich nur als Kombination mit aktivem Flugvermögen. Gewaltige Oberflächenvergrößerungen der Flügel (Trichopteryx) oder der Beine und Fühler (Mückenarten) bei zartestem Körperbau machen viele Insekten zu Nutznießern des Windes, während die aktive Kraft nur dem Start und mäßiger Richtungsbeeinflussung dient. Echtes Fallschirmprinzip findet sich nur im Wasser (Qualle).

Gleitflug<sup>3</sup> bei Tieren ist stets eine zusätzliche Bewegungsart, meist nur eine Verlängerung und Sicherung des Sprunges, die volles Verwerten der andersartigen Hauptbewegungsart nicht beeinträchtigt. Fliegende Schlangen, die durch Spreizen der Rippen und Einziehen des Bauches eine hohle Gleitfläche bilden, und fliegende Frösche mit ihren fallschirmartig vergrößerten Schwimnhäuten können kaum als Flieger gelten, eher schon die fliegenden Drachen mit ihren seitlich verlängerten falschen Rippen und dazwischen gespannten Flughäuten. Aber auch sie besitzen weder Flugmuskulatur noch die Fähigkeit zu Richtungsänderungen während des Fluges. Anders die Flughörnchen und Flugbeutelker unter den Säugetieren, die durch Extremitätenbewegungen die Spannung und Richtung der Flughäute zu verändern und durch Mitwirkung des Schwanzes zu steuern vermögen.

Drachenflug nennen wir einen Gleitflug mit aktivem Antrieb. Wir kennen ihn von den bis zu 200 m langen Sprüngen der fliegenden Fische und von einigen Käfergattungen (Mistkäfer, Maikäfer), deren chitinharte Vorderflügel starre Tragdecks für den von bewegten Hinterflügeln angetriebenen Körper bilden. Unter den Wirbeltieren gehört nur der Urvogel Archaeopteryx wahrscheinlich hierher, dessen geringe Flügelgröße und schwache Flugmuskulatur wohl nicht zum Schwingenflug ausreichte, während ein langer muskulöser Federschwanz durch wellenförmige Bewegungen Antrieb zu vermitteln vermochte. Hierher und nicht weiter sind wir im menschlichen Motorflug bisher gelangt. Die durch den Krieg erzwungene überstürzt einseitige Hochzüchtung des Drachenflugzeugs verhinderte vorläufig den Ausbau aussichtsreicher neuer Wege, wie sie die Natur in der Entwicklung innerhalb der Klasse der Vögel ging.

<sup>3</sup> Vgl. S. 120 und 254.

Segelflug des Menschen ist heute nur ein Gleitflug, dessen aktive Lenkung das Auffuchen aufwärtstragender Luftströmungen gestattet. Dies können auch die gutfliegenden Vögel, aber sie können noch mehr. Sie vermögen im dynamischen Segelflug durch Formveränderungen ihrer Flächen jede auf sie einwirkende Kraft, also auch seitliche und von vorn kommende, in Auftrieb umzuwandeln und daher auch ohne Vertikalböen Höhe zu gewinnen und zu halten. Sie sind entweder spezialkonstruierte Segelflieger (z. B. der Albatros, der in seinen Reiseflügen nur in großen Abständen Schwingenschläge einschaltet) oder verwenden den Segelflug als kraftersparende länger dauernde Einlage in den Schwingenflug (Raubvogel) oder, selbst beim Fehlen des eigentlichen Gleitflugvermögens, zu Kraftersparnis beim einzelnen Flügelschlag. Segelflug steht technisch-fliegerisch höher als Motorflug nach dem Drachenprinzip. Seine Vervollkommnung im dynamischen Sinne nach dem Vorbild der Natur würde uns auch im Motorflug eine erhebliche Verminderung der erforderlichen Antriebskraft bringen.

Flatterflieger sind mit Rücksicht auf die aus der Lebensweise notwendig werdende Erhaltung ihrer anderweitigen Bewegungsmöglichkeit bezüglich der Verhältnisse von Körperform, Flugmuskelkraft und Tragflächengröße fliegerisch verhältnismäßig ungünstig konstruiert. Sie finden sich bei Vögeln und Insekten in fließendem Übergang zu den Schwingenfliegern. Bei den fliegenden Säugetieren und ausgestorbenen Flugreptilien herrscht diese Form allein vor. Die gegenüber der Vogelschwinge einfacher gebaute Flugvorrichtung der Fledermaus, die außerdem das Sicherheitsmoment des Fallschirms durch ihre Form zu gewähren schien, lockte die ersten Flugzeugkonstruktoren zur Nachahmung. Erst die praktische Erfahrung und die daraus resultierende Erkenntnis der physikalischen Strömungsgesetze zeigte den Irrtum, der darin bestand, eine zum Segeln auch in der Natur ungeeignete Flügelform als festes Tragdeck für Gleitflug und motorgetriebenen Drachenflug zu benutzen. Die Flügelform des Menschenfluges führte daher von Flächenform und -profil der Fledermaus zu den Verhältnissen der Schwingenflieger.

Die Schwingenflieger unter den Vögeln zeigen eine für den Flugzweck ideale Formanpassung ihres gesamten Körpers. Die mächtige, der Flügelbewegung dienende Brustmuskulatur verleiht dem Rumpf eine vorn stumpfe, hinten zugespitzte Torpedoform, die durch die rückwärts angelegten Hinterbeine noch verstärkt wird. Höchste Gewichtsersparnis geschieht durch Luftsäcke in den Knochen, die in offener Verbindung mit den Lungen stehen. Die Sinnesorgane sind höchst differenzierte Apparate zur Orientierung im dreidimensionalen Raum. Die Schwinge selbst ist eine nicht nur gegenüber dem Körper, sondern auch in sich selbst voll bewegliche Gliedmaße, deren Anstellwinkel, Flächengröße und Flächenform während des einzelnen Flügelschlages genaueste Anpassung an die jeweils gestellten Flugaufgaben und Windverhältnisse zuläßt. Die Schwungfedern mit ihrer Verbindung höchster Festigkeit mit Elastizität und der weitgehenden aktiven Veränderlichkeit ihrer Stellung geben dem Ruderflug günstigste Antriebsmöglichkeit, kombiniert mit dem Ver-

mögen kräftersparender Segelflugwirkung. Der Schwingenflug des Menschen, zweifellos eine der künftigen aussichtsreichen Flugformen, kann niemals als Muskelkraftflug die Antriebsart der Vögel nachahmen. Das Körpergewicht eines Storches wird zu 30% von der Flugmuskulatur gebildet, während die entsprechende Muskulatur des Menschen nur 4% seines Gewichtes ausmacht. Außerdem hat (Berechnung von Helmholtz) die Vergrößerung des Luftwiderstandes bei dem gegenüber dem Storch 17mal schwereren Menschen das Vorhandensein eines um 60% günstigeren Wirkungsgrades der Flugmuskulatur selbst bei relativ gleicher absoluter Muskelmasse zur notwendigen Voraussetzung. Der Schwingenflug des Menschen bedarf also entweder eines motorischen Antriebes oder der Benutzung größerer Muskelmassen seines Körpers durch Verwendung des Tretkurbel- oder Rollsitzeantriebes. Durch diese Methoden können bis zu 40% der Muskelmassen dem Fluge dienstbar gemacht werden, wodurch ein Muskelkraftschwingenflug theoretisch möglich wird. Auch in dieser Frage stehen wir praktisch bisher auf der technisch einfacheren Stufe des Drachenfluges.

Der Insektenflug der besten Flieger zeigt kleine Tragdecks ohne aktive Möglichkeit zur Formveränderung und schwere Stromlinienkörper. Aerodynamische Flächengestaltung fehlt völlig. Die mit wechselndem Anstellwinkel (Vorwärts- und Rückwärtsflug, sowie Fliegen auf der Stelle) sehr schnell bewegten elastischen Flügel verwenden vielfach das kraftspeichernde Prinzip der Flächenresonanz. Ihr Vorbild ist wichtig einerseits, weil das Chitinmaterial unseren technischen Möglichkeiten weit näher steht, als der lebendige Vogel Flügel, andererseits weil wir hier durchaus neuartige, vom Menschen noch nicht ausgewertete Flugprinzipien finden. Wir sehen, daß die aus dem Vogelzug entnommene Profilgestaltung unseres Flugzeugbaues nicht Grundgesetz jedes zweckmäßigen Fluges ist, sondern nur für die dem Vogelvorbild entlehnte besondere Flugform. Tieferes Studium des Insektenkörpers und seiner Flugmechanik wird die künftige Entwicklung menschlichen Fliegens zweifellos stark beeinflussen.

Der Gesamtkörper des Flugtieres muß vom Gesichtspunkt der fliegerischen Möglichkeit durchforscht werden, nicht, wie es bisher meist geschah, lediglich das Antriebswerk und die Körperform. Wenn wir beispielsweise im „Autopilot“ eine Vorrichtung kennenlernen, die den Großflugzeugen das automatische Einhalten eines vorgeschriebenen Kurses in gleichbleibender Höhe unter selbsttätigem Variieren von Böen ohne Mitwirkung des Flugzeugführers gestattet, so erkennen wir in den Einzelheiten starke Analogien zu den Reizaufnahmeorganen, Leitungsbahnen, reflektorischen Umschaltungen und Muskelspannungen des fliegenden Tieres. Wir können geradezu von einem mechanischen Zentralnervensystem moderner Flugzeuge reden. Das Studium der in den einzelnen Klassen außerordentlich verschiedenartigen flugsichernden Sinnesorgane und ihrer reflektorisch den Muskeln übermittelten Auswirkungen verspricht eine Fülle konstruktiver Anregungen.

## 2. Der Höheneinfluß im Fluge

Alle Flugeinflüsse, soweit sie nicht auf das Antriebsmittel oder die Fluggeschwindigkeit zurückzuführen sind, beruhen auf der Veränderung der atmosphärischen Verhältnisse, sind also für Flugzeuge und Freiballon grundsätzlich gleichartig. Im Vordergrund steht die Luftdruckverminderung. Das Verhältnis der Höhe zum Luftdruck zeigt folgende Tabelle:

Höhe in km:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10	20
Luftdruck in mm:	760	674	596	525	461	403	352	266	198	146	89

Also bereits in 5500 m Höhe beträgt der Luftdruck nur noch die Hälfte des Bodenwertes.<sup>4</sup> Wir kennen schwere Folgen plötzlicher Luftdruckänderung aus der Caïssonkrankheit der Taucher (Bewußtlosigkeit, Blutungen) oder in extremster Form aus der Zerstörung der mit dem Tiefseeneß hochgebrachten Fische. Im Fluge sind die in Frage kommenden Differenzen geringer. Bedeutungsvoll sind jedoch die Raumveränderungen der Gase in abgeschlossenen Körperhöhlen. In den Nebenhöhlen des Schädels entstehen schwere Schmerzen, wenn entzündliche Vorgänge die normalerweise offene Verbindung mit der Nasenhöhle unwegsam machen. Das Mittelohr muß durch Schluckbewegungen oder ähnliche Mittel zur regelmäßigen Öffnung der Ohrtrompete zur Vermeidung von Schmerzen in offener Verbindung mit dem Rachenraum gehalten werden. (Fluguntauglichkeit bei chronischen Entzündungsvorgängen, die dies verhindern!) Die Darmgase vergrößern ihr Volumen unter Empordrängung der Leber und entsprechender Verminderung der Atemgröße, daher die Wichtigkeit geeigneter Ernährung der Flieger unter Fernhaltung stark gasbildender Speisen. Bei 20000 m Höhe ist der Luftdruck so stark vermindert, daß das Blut bei Körpertemperatur sieden würde. Nur vollkommene Abschließung von den Umweltverhältnissen der Atmosphäre (z. B. Piccard-Ballon) kann künftige Flüge in derartigen Höhen ermöglichen.

Die wirkliche Grenze menschlichen Fluges liegt wesentlich tiefer, als sich aus den rein mechanischen Druckverhältnissen ergibt, weil der Sauerstoffteildruck gleichsinnig mit dem Gesamtdruck abnimmt. Dieser beträgt auf der Erde 160 mm Quecksilber, entsprechend dem Sauerstoffanteil der Atmosphäre von 21%. Unter Berücksichtigung des „schädlichen Raumes“ der Luftwege und eines Sauerstoffgehaltes der Ausatemluft von 16,5% beträgt dann der Sauerstoffgehalt in den Lungenbläschen 14%. Dies entspricht einem Sauerstoffteildruck von 100 mm Quecksilber. Bei diesem Normalwert findet eine fast völlige Sauerstoff sättigung des Hämoglobins (98%), d. h. eine bestmögliche Auswertung der geleisteten Kreislaufarbeit statt.<sup>5</sup> Sinkt der Sättigungsgrad, so versucht der Körper dem drohenden Sauerstoffmangel der arbeitenden Organe zunächst dadurch abzuwehren, daß er durch verstärkte Atmung und schnellere Blutbeförderung unter vermehrter Herzarbeit die absolute Sauer-

<sup>4</sup> Vgl. S. 149.    <sup>5</sup> Vgl. S. 195.

stoffmenge trotz der relativen Verarmung des Blutes auf gleicher Höhe hält. Dies gelingt bis zu einem Sättigungsgrad des Hämoglobins von 70%. Die Anpassungsgrenze des Menschen an Höhen wird durch eine Schutzrichtung erweitert, die auch das Leben im Hochgebirge erst möglich macht: Das Hämoglobin vermag nämlich hohe Sättigungsgrade mit Sauerstoff auch bei sinkendem Teildruck lange zu erhalten. Die unterste Grenze von 70% wird erst bei Absinken des Sauerstoffteildruckes auf 40 mm Quecksilber erreicht, d. h. in einer Höhe, die zwischen 5500 und 6000 m liegt.

Individuelle Schwankungen des Ertragensvermögens von Höhen hängen ab von der verschiedenen Anpassungsfähigkeit des Kreislaufs und der Atmung, von der Vitalkapazität und von dem Zustand des Blutes. Die erstgenannten Faktoren sind der Übung insofern zugänglich, als Leibesübungen sowohl die Herzkraft wie die Vitalkapazität wesentlich zu verändern in der Lage sind. Die Blutbeschaffenheit wird unmittelbar von der Höhenwirkung selbst beeinflusst. Schon nach kurzer Flugdauer in größeren Höhen ist die Zahl der roten Blutkörperchen und damit die Menge des verwertbaren Hämoglobins je mm<sup>3</sup> Blut gesteigert, offenbar infolge eines Ausschwennungsvorganges der Reserven aus den Blutbildungsstätten. Nach längerer Flugdauer setzt eine echte Neubildung des Blutes ein, wie wir sie auch bei Höhenbewohnenden Menschen finden und als klimatischen Kurfaktor bei der Bekämpfung der Blutarmut durch Hochgebirgskuren planmäßig auswerten. Der geübte Flieger ist also zur Ertragung größerer Höhen günstiger eingerichtet als der gelegentliche Fluggast.

Die Unterschiede zwischen den Höheneinflüssen im Flugzeug und im Gebirge ergeben sich zunächst aus der größeren Muskelleistung des Bergsteigers, der daher infolge seines starken Sauerstoffverbrauches in weit niedrigeren Höhen versagt als der Flieger. Andererseits bieten mehrwöchige Höhenwanderungen, z. B. die Himalaja-Expeditionen, eine so langdauernde allmähliche Anpassungszeit, daß die endgültig erreichbaren Höhen (etwa um 8000 m) weit beträchtlicher sind, als sie der Flieger ohne künstliche Atmungshilfe zu ertragen vermag. Analogien zwischen Bergkrankheit und Höhenkrankheit des Fliegers sind daher nur mit Vorsicht anwendbar.

Dagegen bietet uns die pneumatische Kammer ein den Höhenflugeinfluß vergleichbares und jederzeit leicht zugängliches Forschungsmittel. Es handelt sich dabei um druckfeste Räume, in denen eine Verminderung des Gesamtdrucks durch Auspumpen erreicht wird, während gleichzeitig mit physiologischer Apparatur das Verhalten der im Raum befindlichen Versuchspersonen studiert wird. Beeinflusst wird die Vergleichbarkeit lediglich durch den Wegfall der Kälte Wirkung und des, zumal beim Fluganfänger, oft gewaltigen psychischen Erlebnisses mit seinen körperlichen Folgewirkungen.

Die Höhenkrankheit stellt die Summe der körperlichen Ausfallserscheinungen beim Versagen menschlicher Anpassungsfähigkeit dar. Sie ist in ihren Wirkungen mit dem Zustand der Markose vergleichbar. Wie bei dieser macht sich zunächst die

Sauerstoffverarmung der höchsten und empfindlichsten Zentren des Großhirns, nämlich derjenigen der Hemmungszentren bemerklich. Es entsteht ein vielfach als beglückend empfundener Rauschzustand mit zunehmendem Wegfall von Überlegung und Kritik bis zum schließlichen Eintritt der Bewußtlosigkeit. Vergessen der Umwelt, Nichterfüllung des fliegerischen Auftrages, richtungsloses Weiterfliegen, sind die ersten Zeichen. Es fehlt die Überlegung, die zum Auffuchen niedrigerer Höhen oder zum Griff nach dem rettenden Schlauch des Sauerstoffeinatmungsgerätes<sup>6</sup> führen müßte. Die anschließende Bewußtlosigkeit bedeutet für den Flieger den Absturz, der aber sehr oft ohne verhängnisvolle Folgen bleibt, weil beim Erreichen niedrigerer Höhen das Bewußtsein wiederkehrt und dem Führer das Abfangen seiner Maschine gestattet. Der Freiballon dagegen steigt weiter und bringt dadurch seinen Insassen den Tod. Die erste genauere Beschreibung der Höhenkrankheit verdanken wir einem solchen unglücklichen Aufstieg dreier Pariser Forscher (1889), von denen nur einer nach Rückkehr zur Erde das Bewußtsein wiedererlangte und seine Erlebnisse aufschrieb. Die Forschung in der pneumatischen Kammer und bei Bergexpeditionen gibt uns nähere Einblicke. Wir sehen, wie die Sinneswahrnehmungen allmählich grob und unsicher werden, wie das Auge das Farbensehen, das Ohr das Hörvermögen allmählich einbüßt, wie außerdem Geschmack und Tastsinn sich verringern. Schriftproben zeigen am deutlichsten die zunehmende psychomotorische Unsicherheit. Der Blutdruck, anfangs als Anpassungsvorgang sowie als Folge der psychischen Erregung meist gesteigert, sinkt bis zum völligen Kollaps ab. Der in schwersten Fällen eintretende Tod geschieht durch Versagen der Kreislaufvorgänge.

Das Höhenatmungsgerät, das zusätzlich oder vollständig eine Atmung reinen Sauerstoffs vermittelt, vermag den Eintritt von Höhenkrankheitserscheinungen weitgehend hinauszuschieben. Zu der als niedrigste ertragbare Grenze des Sauerstoffteildrucks uns oben bekannt gewordenen Größe von 40 mm Hg. (= 70% Hämoglobinsättigung) in den Lungenbläschen ist die infolge der Körperwärme stets vorhandene Wasserdampfspannung von 47 mm, ein Kohlenäureteildruck von 35 mm und eine Stickstoffspannung von 5 mm hinzuzurechnen. D. h.: 129 mm Gesamtluftdruck ist die unterste Grenze für die Möglichkeit, bei reiner Sauerstoffzufuhr die Atmung aufrechtzuerhalten. Dies bedeutet bei einer Höhentemperatur von  $-51^{\circ}$  eine Flughöhe von 13200 m. Bei schwereren körperlichen Anstrengungen liegt die Grenze wesentlich tiefer; volle Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit kann nur bis zu einer Höhe von 10000 m gewährleistet werden. Zur Höhenatmung wurde im Kriege flüssige Luft (wegen des verschiedenen Siedepunktes der Luftgase praktisch = Sauerstoff) in doppelwandigen Flaschen nach dem Thermosprinzip verwandt. Sie haben den Vorteil einer mit der Höhe, etwa entsprechend dem zusätzlichen Sauerstoffbedarf des Menschen steigenden Sauerstoffverdunstung. Aus technischen Gründen wird jetzt gasförmiger komprimierter Sauerstoff in Leichtmetallflaschen bevorzugt, der aber einer Regulierung je nach Höhe bedarf. In druckfest geschlossenen

<sup>6</sup> Vgl. S. 181.

Kabinen (vgl. Piccardballon) wird der Raum als Ganzes mit Sauerstoff in ähnlicher Weise belüftet, wie dies in Unterseebooten geschieht.

Der Kälteeinfluß großer Höhen ist ein weiterer wichtiger Höhenfaktor. Die Abkühlung höherer Luftschichten beträgt rechnerisch je 1° auf 100 m, tatsächlich aber infolge des Wasserdampfgehalts der Luft etwa  $\frac{1}{2}$ ° je 100 m. Beobachtungen der Durchschnittstemperaturen in flugerreichbaren Höhen unserer Breiten ergaben:

Höhe in km:	0	1	2	4	8	12	14	16
Temperatur nach Celsius:	8,0°	4,7°	0,0°	-11,6°	-39,6°	-57,2°	-56,2°	-55,2°

Die Temperaturumkehr bei 12000 m erklärt sich aus der bis dahin sich auswirkenden Rückwärmung der erkalteten Erdoberfläche von der Luft her. Kälte bedeutet Kalorienverlust und daher Erschwerung des Höhenertüchtungsvermögens. Ferner führt örtliche Abkühlung der Gliedmaßen zu einer Beeinträchtigung der Feinheit der Bewegungen des Flugzeugführers und seiner durch das Gefühl vermittelten Orientierung über die Steuerverhältnisse des Flugzeugs. Auch Erfrierungen, insbesondere des Gesichtes, bilden eine Gefahrenquelle. Kälteschutz in geschlossenen Kabinen erfolgt durch Raumbeheizung (elektrisch oder durch Heizschlangen mit Auspuffgasen), Gesichtsschutz in offenen Flugzeugen durch Masken (im Kriege durch elektrisch beheizte) oder wachshaltige Salben. Die Kleidung muß reiche luftgefüllte Räume enthalten, dabei winddicht, aber — zur Ermöglichung der Schweißverdunstung — wasserdurchlässig sein. Viele dünne Schichten der Unterkleidung sind daher wirksamer als ein dicker Stoff, vorausgesetzt, daß die Weite der Oberkleidung genügend Raum ohne die Gefahr eines Herausspressens der wirksamen Luft durch ein Allzuviel von Kleidung bietet. Die eigentliche Fliegeronderbekleidung — am besten Pelz mit der Haarseite nach innen — soll erst unmittelbar vor dem Start angelegt werden, da Schwitzen bei Bewegungen auf der Erde einen starken Verdunstungswärmeverlust beim anschließenden Fluge zur Folge haben würde. Vor allem müssen Handschuhe und Stiefel geräumig sein.

Die Höhenänderung der Strahlungen tritt an biologischer Bedeutung für den Flieger zurück. Die intensive Sonnenbräunung und die Gesichtsverbrennung bei langem ungeschützten Höhengaufenthalt kennt der Flieger ebenso wie der Bergsteiger; er ist jedoch vor einem Übermaß ultravioletter Strahlung durch seine abdeckenden Kälteschutzeinrichtungen bewahrt. Die kosmische Strahlung nimmt ebenfalls mit der Höhe zu, bedingt jedoch nach den Ergebnissen Piccards in flugerreichbaren Höhen keine Gefährdung der Menschen.

### 3. Die Sinnesorgane beim Menschenflug

Der Mensch ist kein Naturflieger, seine Sinnesorgane sind für das Leben auf der Erdoberfläche eingerichtet. Erfahrungen aus der räumlichen Orientierung fliegender Tiere können daher — auch beim Vorhandensein anatomisch verwandter

Organe — nicht ohne weiteres auf den Menschen übertragen werden. Die gewaltige Bedeutung des großen Gleichgewichtsorgans der Vögel gibt daher z. B. noch keine Auskunft über die Frage fliegerischer Orientierungsmöglichkeit mit den kleinen entsprechenden Organen des Menschen. Die Schwierigkeit eindeutiger sinnesphysiologischer Analyse eigener Flugbeobachtungen wird erschwert durch zwei Tatsachen: Zunächst wirken die verschiedenen Sinnesorgane nicht selbständig, sondern ergänzen und durchdringen sich in ihren Meldungen — als Ausdruck der Einheit jedes lebenden Organismus — so vollständig, daß dem Menschen zwar eine Wahrnehmung als solche, nicht aber deren sinnesphysiologische Herkunft von bestimmten Organen bewußt wird. Ferner gibt es, etwa im Gegensatz zum optischen Sinn, im Bereich der raumorientierenden Sinnesqualitäten keine für diese spezifischen Empfindungen, sondern nur Wahrnehmungen, die bereits das Ergebnis der im Zentralnervensystem verarbeiteten Einzelmeldungen darstellen. Die im folgenden zu gebende Darstellung der Einzelsinne in ihren Beziehungen zum Problem des Menschenfluges ist daher eine nur methodisch aufzufassende Schematisierung, die über die tatsächliche Einheit des reiz- und reflexphysiologischen Komplexes nicht täuschen darf.

Neben der allgemein bekannten Rolle der Sinnesorgane als Quellen der Wahrnehmung steht — für den Flieger mindestens gleichwichtig — die Reflexregulierung durch Sinnesreize. Bei Tieren kennen wir als „Steh- und Stellreflexe“ gewisse unabhängig vom Bewußtsein automatisch regulierende Bewegungen, die bei passiven Lageveränderungen des Tierkörpers ein Erhalten bzw. ein Wiedereinnehmen seiner Normallage anstreben. Beim Menschen sind solche einfachsten Automaten im Säuglingsalter ebenfalls beobachtet, werden jedoch später durch erworbene kompliziertere Bewegungskoordinationen und durch die Einschaltung bewußter Vorgänge auch für die dem Erdbewohner physiologischen Bewegungsformen wesentlich ergänzt und an Bedeutung übertroffen. Bei der zunächst fremdartigen Bewegungsform des Fluges sind wir so überwiegend auf Neuerwerb von Koordinationen angewiesen, daß der Vergleich mit den reflektorischen Regulationen des Vogels nicht mehr als eine Analogie ist. Aber auch für den Menschen besteht das Erlernen des Fluges als zuverlässig gesicherte Bewegungsform in einem Verlagern zunächst bewußter Lagereaktionen in das Unterbewußt-Automatische, d. h. in einer unabhängig von Bewußtseinsvorgängen gewährleisteten Verbindung bestimmter Sinnesreize mit den nervösen Zentren zweckgerichteter Ausgleichsbewegungen. Das Maß der Zuverlässigkeit der Sinnesorientierung in dreidimensionalen Bewegungen entscheidet also über die Grenzen möglichen Menschenflugs ebenso endgültig, wie die physikalischen Voraussetzungen des Flugzeugbaus. Von praktischer Bedeutung wird eine klare Grenzfestsetzung der Sinnesleistungen für das Problem der Ergänzung unzureichender natürlicher Sinne durch Bordinstrumente.

Im Gleichgewichtsorgan des inneren Ohres sind zwei verschiedenartige Orientierungsmittel vereinigt. Die Bogengänge, jederseits drei aufeinander senkrechte, flüssigkeitsgefüllte gebogene Röhren, vermögen Drehbeschleunigungen da-



durch zu melden, daß die Trägheit der Innenflüssigkeit dieser eine der Beschleunigung entgegengesetzt gerichtete Strömung vermittelt, die durch Bewegung von Sinneshaaren die randständigen Sinneszellen reizt. Also weder die absolute Lage des Flugzeugs noch eine gleichbleibende Drehungsrichtung wird angezeigt, sondern nur Beginn, Ende oder Quantitätsänderung einer Drehung. Aber auch das Verlassen einer Flugzeuglage, etwa beim Übergang in eine Kurve, wird nur dann gemeldet, wenn die Beschleunigung eine ziemlich erhebliche Reizschwelle überschreitet. So wie es bei verbundenen Augen im Drehstuhl möglich ist, durch unterschwellige Beschleunigung allmählich höchste Drehgeschwindigkeiten ohne irgendwelche Wahrnehmung durch die Versuchsperson zu erreichen, so kann auch im Nebel der Übergang aus dem Geradeausflug in gefahrdrohende Steilkurven sich unmerklich vollziehen. Außerdem verlaufen — im Gegensatz zum Vogelflug — Flugzeugkurven stets um eine vom Kopf des Piloten so weit entfernte Drehachse, daß zentrifugale Kräfte sich mit den reinen Drehwirkungen kombinieren. So ist der praktische Wert der Vogengänge für die Bewegungsorientierung des Fliegers gering. Wichtig aber ist die Gesundheit dieses Organs deshalb, weil Krankheitsprozesse zu verhängnisvollen Fehlmeldungen und zur Schwindelneigung führen können.

Ähnliches gilt für die Säckchen des Innenohrs, kleine Hohlräume, in denen Steinchen auf Sinneshaaren ruhen und diese durch Veränderung ihres Druckes reizen. Ihre Funktion wird am klarsten durch das Beispiel des Flußkrebses veranschaulicht, der seine offenen Säckchen nach jeder Häutung mit Sandkörnern füllt. In sandfreiem Wasser vermag sich ein frisch gehäuteter Krebs nicht räumlich zu orientieren. Geben wir ihm jedoch Eisenkörnchen, so können wir mit einem Magnet das Tier zu jeder Fehllage veranlassen, die für seinen Reflexapparat dann die Bedeutung der schwereregerichteten Normallage besitzt. Wir könnten uns also vorstellen, daß auch beim Menschen die Lage zur Schwerkraft durch die Säckchen gemeldet wird. Diese ist im Flugzeug mit der Senkrechten nur beim Geradeausflug identisch. In jeder Kurve tritt für die Schwerkraftwirkung an Stelle der Senkrechten die Kraftresultante zwischen Erdschwere und Zentrifugalkraft. Letztere steigt in Steilkurven bis zum fünffachen Wert der Erdschwere (5 g) an, so daß Flugzeuglagen bis fast zur rechtwinkligen Stellung gegenüber der Erdoberfläche, ebenso aber auch mit Vollgas durchflogene Loopingfiguren, qualitativ nicht anders vom Säckchen registriert werden können, als der Flug parallel zur Erde. Lediglich quantitativ steigt in Kurven der Druck gegenüber dem Geradeausflug. Für die Erkennung der absoluten Flugzeuglage bei fehlender Erdsicht bietet uns also auch dieses Organ kein Hilfsmittel. Für die gleichfalls wichtige Regulierung der relativen Lage zur Kraftresultante, auf der die Sicherheit des Kurvenflugs beruht, besitzen wir jedoch im Drucksinn weit wirksamere Mittel. Die unverminderte Lageorientierung von Laubstümmen mit völliger Funktionslosigkeit des Innenohrs erweist die geringe Bedeutung des Säckchenapparates. Die Gefahr von Fehlreizungen erkrankter Organe wird jedoch durch die Beobachtung von Schwimmern mit Trommelfellperforationen bewiesen, die

unter dem einseitigen Kältereiz des Innenohrs durch eindringendes Wasser die Orientierung unter Wasser verlieren und zuweilen infolgedessen ertrinken.

Der Drucksinn umfaßt sowohl die oberflächliche Hautsensibilität wie die Wahrnehmungen durch Sehnen, Gelenkbänder, Faszien und Muskeln („Muskelsinn“), beides weder durch die Art der Empfindung noch durch isoliertes Auftreten bei einzelnen Funktionen scharf voneinander zu trennen. Untrennbar ist die Druckwahrnehmung bei relativen Schwereveränderungen im Fluge nicht nur mit dem Gleichgewichtsorgan des Innenohres verbunden, sondern auch mit den verschiedensten Meldungen innerer Organe, etwa der andersartigen Trägheit spezifisch verschieden schwerer Eingeweide („Liftgefühl“), der Blutverschiebungen durch Beschleunigungskräfte, der Blutdruckänderung oder venöser Stauungsvorgänge. Die resultierenden Gesamtwahrnehmungen können wir für praktische Fliegerzwecke als solche des „Lagesinns“ und des „Steuersinns“ kennzeichnen.

Der Lagesinn geht überwiegend von der Tiefensensibilität aus, und zwar hauptsächlich von derjenigen des Gefäßes, des Rückens und der Rückseite der Oberschenkel. Der Flieger lastet mit seinem Gewicht auf Sitz und Lehne. Jede Änderung dieses Drucks nach Kraft und Richtung wird bei Überschreitung der Reizschwelle wahrgenommen. Eine Druckvermehrung tritt, außer in Kurven, beim Steigen des Flugzeugs ein, eine Verminderung in Fallböen sowie bei der Landung. Die Kunst des Landens gipfelt in der Fähigkeit, beim Ausschweben über dem Boden die durch allmählichen Verlust des Schwebevermögens des Flugzeugs eintretende Verminderung des Gefäßdrucks zu erkennen, um im richtigen Augenblick durch Heranziehen des Steuerknüppels an den Bauch den Schwanz der Maschine und dann die Räder zu sanfter Bodenberührung zu bringen. Der Anschnallgurt ist nicht nur eine Sicherheitsmaßnahme, sondern gleichzeitig die Voraussetzung der Drucksinnorientierung, da er auch bei Druckverminderung eine ständige Fühlung zwischen Gefäß und Sitz gewährleistet. Die Richtung des Drucks ändert sich mit dem Anstellwinkel des Flugzeugs und gibt daher Auskunft über die richtige Schräglage, insbesondere bei Start (Heben des Flugzeugschwanzes beim Rollen) und Landungsgleitflug. Die durch Übung zu erwerbende richtige Wahrnehmung einer Druckänderung ist noch nicht gleichbedeutend mit der Sicherheit der hieraus für die tatsächliche Flugzeuglage gezogenen Schlußfolgerungen. Hier greift der optische Sinn ein, der durch immer wiederholten Vergleich zwischen Druckwahrnehmung und Augenbeobachtung der Lage allmählich beides so eng verbindet, daß auch mit geschlossenen Augen innerhalb der erreichbaren Genauigkeitsgrenzen eine Vorstellung der realen Flugzeuglage möglich wird.

Der Steuersinn besteht darin, daß der Pilot über die Lage seiner die Steuerorgane bedienenden Gliedmaßen, über ihren Anspannungsgrad und über den auf ihnen lastenden Druck stets genau unterrichtet ist und diese Wahrnehmung zum Ausgangspunkt zweckgerichteter Bewegungsregulationen nimmt. Hierbei steht quantitativ die Oberflächensensibilität im Vordergrunde (Veränderung des Span-

nungsgrades der bedeckenden Haut bei jeder Bewegung eines Gliedes), die sich mit den Tiefenreizen von Gelenkkapseln, Sehnen und Muskeln verbindet. Böen oder unvermuteter Übergang in neuartige Flugzeuglagen verändern einseitig den auf den Steuerflächen lastenden Druck und damit denjenigen des Steuerknüppels auf die Hand. So vermag der Flieger, wenn seine Hand den Knüppel locker genug umspannt, um die sehr feinen Druckänderungen wahrzunehmen, aus letzteren zwar nicht die Flugrichtung selbst, aber doch deren plöbliche überschwellige Änderung zu erkennen und unbewußt zu regulieren. Er gewinnt damit Kräfteersparnis durch Ausschaltung ständig angespannter Aufmerksamkeit und die Möglichkeit, die Augen ohne Gefährdung der Flugicherheit zur Erfüllung zusätzlicher Flugaufgaben zu verwenden.

Der optische Sinn ist für die Bestimmung der objektiven Flugzeuglage unerläßlich. Wo er in Nebel, Wolken und Hagelschauern versagt, müssen technische Hilfen (Kreiselkompaß, Peilung) eingesetzt werden. Über den Wolken genügt der Wolkenhorizont zur optischen Lageorientierung, in dünnem Nebel der Hell-Dunkelunterschied zwischen Erd- und Himmelsrichtung. An das Auge des Fliegers müssen wegen der Besonderheit der fliegerischen Aufgaben nach verschiedener Richtung weitgehende Anforderungen gestellt werden. Die Akkomodationskraft, d. h. die Anpassung des in Ruhe auf Fernblick eingestellten Auges auf Nahtsicht muß zunächst ausreichen, um auch bei Verlust einer etwa korrigierenden Brille das Flugzeug sicher zu landen, d. h. die Einzelheiten der Erde auf etwa 5 m Schrägvorwärtsicht genau wahrzunehmen, und zwar nach beiden Seiten. Scheidet damit die Mehrzahl der Menschen mit angeborenem Brechungsfehler aus, so bildet eine weitergehende Forderung auch eine Altersgrenze: Die Einzelheiten der Karte können ohne Brille nur bis etwa zum 45. Lebensjahr mühelos gelesen werden. Für Verkehrspiloten in geschlossenem Führersitz bestehen Abhilfemöglichkeiten durch Vorkasbrillen, nicht aber für den Sport- und Kriegsflug in offenen Maschinen. Der binokulare Sehaft, d. h. die Vereinigung der Netzhautbilder beider Augen zu einer einheitlichen Wahrnehmung, gelingt nur bis zu einer Höchstdifferenz der Augen von 2,5 Dioptrien. Ein eigentliches stereoskopisches Sehen ist bei den im Fluge herrschenden Entfernungsverhältnissen nur ausnahmsweise (Landung) möglich. Das Raumsehen des Fliegers bedarf deshalb mittelbarer Hilfen. Aus dem Sehwinkel, in dem er der wirklichen Größe nach bekannte Erddinge (Häuser, Büsche, Gräser) wahrnimmt, vermag er nach langer Übung zutreffende Schlüsse auf deren Entfernung zu ziehen, ebenso aus der relativen Geschwindigkeit, mit der die Erddinge unter ihm hinweggleiten. Hierbei fehlt ihm — im Gegensatz zu dem von Jugend an geübten horizontalen Entfernungsschätzen auf der Erde — völlig die vermittelnde Kontinuität sichtbarer Gegenstände zwischen Auge und Objekt; das Vertikalsehen muß also als völlig neuartiger Erwerb gelernt werden. Photoaufnahmen<sup>7</sup> des gleichen Erdgegenstandes von zwei Punkten der Flugstrecke aus, zur Deckung gebracht im Stereoskop, ermöglichen durch künstliches stereoskopisches Sehen ein nachträgliches Erkennen

<sup>7</sup> Vgl. S. 100.

von Einzelheiten, die dem natürlichen Sinnesorgan unzugänglich sind. Das Farbsehen ist für den Flug selbst von geringerer Bedeutung, da die Farbwerte mit steigender Höhe des Flugzeugs und verringerter relativer Größe des Objekts sich, zumal in unseren Breiten mit fast stets dunstiger Luft, so weit abschwächen, daß genaues Erkennen von Schwarz-Weißkontrasten und Linien wichtiger wird. Unentbehrlich ist die Farblichtigkeit des Fliegers jedoch solange, wie die Signalgebung mit farbigen Zeichen erfolgt. Die Adaptionsfähigkeit (Hell-Dunkelanpassung) muß insbesondere mit Rücksicht auf den Nachtflug voll vorhanden sein.

Auch der Gehörsinn wird in die fliegerische Orientierung eingeschaltet, indem das Sausen der am Flugzeug und seinen Teilen entlangstreichenden Luft über die relative Geschwindigkeit zur atmosphärischen Umgebung Auskunft gibt und damit insbesondere den Gleitflug zu kontrollieren gestattet. Außerdem ist normales Hörvermögen zur Überwachung der Motoren unentbehrlich.

Schwindel, eine mit Drehgefühl, Übelkeit und Erbrechen einhergehende sinnesphysiologische Unorientiertheit, ist das Zeichen des Versagens unserer Sinne gegenüber den gestellten Anforderungen; er bedeutet für den Flieger eine erhebliche Gefahr. Er kann von kranken oder von unzureichenden Sinnesorganen ausgehen und ist, abgesehen von einem Übungsfaktor, nur durch die Ausschaltung ungeeigneter aus dem Flugdienst durch vorherige sinnesphysiologische Untersuchung zu vermeiden. Ausgelöst wird er bei disponierten Personen durch das Gleichgewichtsorgan, aber auch durch optische Eindrücke oder sogar durch rein seelische Vorstellungen. Der ganz andersartige Höhenwindel, ein der Platzangst verwandter Zustand, tritt in Luftfahrzeugen niemals auf, da die auf Türmen oder Bergspitzen vorhandene direkte optische Verbindung zwischen Auge und Gegenstand fehlt, die das unmittelbare Höhererlebnis herbeiführt. Flugkrankheit, der Seekrankheit nahe verwandt, ist ein komplexer Vorgang unter bevorzugter Mitwirkung des Schwindels, zu dessen Zustandekommen die Luftbeschaffenheit (besonders in geschlossenen Kabinen), seelische Vorgänge (Angst) und der jeweilige körperliche Zustand beitragen.

#### 4. Körperliche Einwirkung von Beschleunigung und Fliehkraft

Bei der Betrachtung im sinnesphysiologischen Zusammenhang konnten wir Beschleunigungsfolgen nur bei zu- oder abnehmenden Geschwindigkeiten feststellen. Für die Zustandsänderungen im Körperinnern ist jedoch Beschleunigung und Fliehkraft auch bei konstanten Werten bedeutungsvoll. Geht ein Flugzeug mit einer Beschleunigung von 4 g in die Kurve, so vervierfacht sich das Körpergewicht, der Flieger lebt unter Bedingungen wie auf einem Himmelskörper mit einer gegenüber der Erdschwere vierfach größeren Masse. Am genauesten erforscht und praktisch bedeutungsvoll sind die Kreislaufeinflüsse: bei 4 g Beschleunigung benötigt das Blut der vierfachen Herzarbeit, um zum Hirn zu gelangen.

Erheblichere lineare Beschleunigungen finden sich nur beim Seilstart der Segelflugzeuge und beim Katapultstart im Seeflugwesen. Die höchsten hierbei beobachteten Beschleunigungen von 3 g werden im allgemeinen anstandslos vertragen, jedoch versagen auf Grund individueller Kreislaufverhältnisse schon hier manche Flieger, so daß bei der Segelflugschulung manche Uneignung erst in der Praxis erkannt wird. Lineare negative Beschleunigung (Verzögerung) entsteht bei der Bremsung; entscheidend für ihre physiologische Wirkung ist der Bremsweg. So entsteht bei normaler Landung (bei 70 km Landegeschwindigkeit und 100 m Bremsweg) die physiologische unbemerkliche Verzögerung von 0,2 g. Bei der Fallschirmmentfaltung wird der freie Fall von 60 m/sek in 30 m auf 5 m/sek mit einer Verzögerung von 5 g gebremst. 8 g beim Hochreißen eines Flugzeuges aus dem Sturzflug ist die höchste bisher ohne Schaden von Menschen ertragene Beschleunigung. Höhere Verzögerungswerte finden sich bei Unfällen. Daß diese oft bei schwerer Materialzerstörung ohne Verletzung der Flugzeugbesatzung verlaufen, liegt an der Vergrößerung des Bremsweges durch die zerbrechenden Flugzeugteile („Sollbruchstellen“ zur Verminderung der Unfallgefahren).

Beschleunigungen im Kurvenflug können bis zu etwa 5 g ertragen werden. Die aus dem Blutkreislaufverhältnissen theoretisch zu errechnenden Werte (aus Arterienblutdruck von 200 cm Wassersäule, Abstand Herz—Hirn von 40 cm und Multiplikation dieser Zahl mit der Vielfachen der Erdschwere zuzüglich des Reibungswiderstandes) liegen niedriger, jedoch tritt eine regulierende Blutdruckerhöhung ein. Die individuell verschiedene Eignung zum Kurvenflug hängt also ab: 1. von der Körpergröße (beim kleinen Menschen ist der Abstand Herz—Hirn geringer, die Leistungsfähigkeit also höher), 2. von der Anpassungsfähigkeit des Blutdrucks. Diese hängt wiederum von der Herzkraft, der unterstützenden Mitwirkung der Rumpfmuskelanspannung und von psychischen Faktoren (Willenskraft) ab, 3. von der Körperlage des Piloten, da bei rückwärtsgeneigter Stellung der Abstand Herz—Hirn wesentlich geringer ist als im aufrechten Sitz (praktisch-technische Möglichkeiten der Leistungsverbesserung im Kurvenflug?). Bei Überschreitung der Leistungsgrenze tritt Schwarzwerden vor den Augen (Blutleere der Netzhaut) und Ohnmacht (Hirnblutleere) ein, Erscheinungen, die bei Aufhören der Beschleunigung alsbald schwinden. Beim Rückenflug vermehrt sich durch die Zentrifugalwirkung in Kurven der Hirnblutdruck. Schon nach 3 g tritt ein Versagen mit Rotwerden vor den Augen ein, das als Stauungsvorgang erst mehrere Sekunden nach Aufhören der Ursache langsam abklingt.

Die Kenntnis physiologischer Grenzen im Ertragen des Kurvenflugs ist auch konstruktiv wichtig, da der Flugzeugbauer die Festigkeitsgrenzen nur auf solche Beschleunigungen auszu dehnen braucht, die innerhalb menschlicher Anpassungsbreite liegen.

## 5. Biologische Luftschußfragen

Ein Luftangriff kann — neben seinen wichtigsten unmittelbaren Wirkungen: Explosion und Brand — in doppelter Hinsicht zu Gesundheitschädigungen führen: Durch die explosionsbedingten Atemluftveränderungen und durch Abwurf Kampfstoffgefüllter Bomben.

Bei jeder Explosion entsteht neben der Kohlensäure, deren Konzentrationserhöhung für das Zustandekommen von Schädigungen nicht ausreicht, das giftige Kohlenoxyd (CO). Dieses kann in geschlossenen Räumen (Kellern, ungenügend gesicherten Luftschußräumen) gefahrdrohende Konzentration erreichen.<sup>8</sup> Die chemisch ungesättigte und daher stark reaktionsbereite Verbindung lagert sich dem Hämoglobin des Blutes bei der Einatmung unter Bildung von Kohlenoxydhämoglobin an und vermindert dadurch die Sauerstoffanreicherung des Hämoglobins im inneren Atemvorgang. Vergiftungserscheinungen: Kopfschmerzen, Übelkeit, Schwächegefühl, nach langer Einatmung Bewußtlosigkeit und Tod. Behandlung: Zuführung von Sauerstoff mit allen Mitteln. Hierzu gehört Herausbringen des Kranken an die frische Luft (soweit es die Situation zuläßt), künstliche Atmung, am besten in der Form künstlicher Sauerstoffzufuhr durch den Pulmotor. Äußere Hautreize vermögen den Wiederbelebungs Vorgang zu unterstützen. Wichtiger und gefährlicher noch sind diejenigen explosionsbedingten Atemluftvergiftungen, die durch die Zerstörungen von Gasbehältern in Fabriken und Gaswerken entstehen, da in diesen Fällen in der näheren Umgebung die Gaskonzentrationen von vornherein sehr hoch sein können. Die Behandlung ist die gleiche wie bei Vergiftungen mit reinem Kohlenoxyd.

Kampfstoffe<sup>9</sup> dürften als Füllung von Bomben bei Luftangriffen deshalb keine im Vordergrund stehende Bedeutung haben, weil ungeheure Materialmengen zur Erreichung der nötigen Giftkonzentrationen auf weite Strecken befördert werden müßten, während mit gleichen Raum- und Gewichtsmengen von Brand- und Explosivbomben ein höherer Effekt erreicht wird. Eine eigentliche Gasvergiftung durch Bombenabwurf kommt daher in größerem Umfang wohl nicht in Betracht. Dagegen sind zwei Anwendungsmöglichkeiten des Kampfstoffabwurfes von Flugzeugen aus aussichtsreich und daher von gegnerischer Seite zu erwarten: a) die Untermischung der Explosiv- und Brandbomben mit einzelnen Kampfgasbomben, um durch den Zwang zum Aufsetzen von Gasmasken einen Teil der Bevölkerung bei der Vornahme von Lös- und Hilfsarbeiten auszuschalten und die mit Gasmasken Ausgerüsteten durch den Zwang zur Arbeit unter erschwerten Atemverhältnissen zu hemmen. b) der Abwurf des sogenannten Gelbkreuzkampfstoffes, der wegen seines Charakters als Flüssigkeit und der Art seiner Wirkung nicht den Wir-

<sup>8</sup> Vgl. S. 182.

<sup>9</sup> Vgl. S. 174 u. 207.

lungsbedingungen von Gasen unterliegt und daher auch in geringen Konzentrationen schwersten Schaden anrichten kann. Im einzelnen sind folgende Kampfstoffe zu unterscheiden:

1. Grünkreuz mit dem Hauptvertreter Phosgen, einem farblosen, stechend riechendem Gas mit starker Reiz- und Ätzwirkung auf die Lungenbläschen (durch Auftreten freier Salzsäure bei der Zersetzung des Gases mit Wasser). Die Blutüberfüllung der Lunge führt zu lebensbedrohlicher Atemnot. Besondere Gefahr, weil Reizerscheinungen in den äußeren Sinnesorganen zuweilen fehlen, und der Erkrankte erst bei Eintritt der schwereren Erscheinungen von seiner Vergiftung Kenntnis erhält. Hilfe: Gasmaske, bei ihrem Fehlen mehrfache Tuch- oder Mulllage, die mit Sodaauflösung getränkt ist. Entfernung der Erkrankten aus dem Giftgasbereich, völlige Ruhigstellung zur Vermeidung größeren Atembedarfs, soweit möglich künstliche Sauerstoffzufuhr.

2. Unter dem Namen Blaukreuz werden giftige Arsenverbindungen zusammengefaßt, die heftigste Reizerscheinungen auf Sinnesorgane und Luftwege herbeiführen und schweres Beklemmungs- und Krankheitsgefühl verursachen. Im allgemeinen fehlen gefährliche Spätfolgen, falls der Erkrankte aus der Giftzone entfernt wird. Gegen die Reizwirkung können Inhalationen von Chlordämpfen (z. B. Niesen an Chlorkalkpulver) und von Alkalien angewandt werden.

3. Bei der Gelbkreuzgruppe handelt es sich um Flüssigkeit (z. B. Senfgas) mit schwachem Senf- oder Knoblauchgeruch. Bei der Explosion einer Bombe gelangt ein Teil des Inhalts als feiner Spray in die Luft, ein anderer haftet auf dem Boden, an der Kleidung und an Gebrauchsgeräten. Bei Einatmung, die jedoch nur kurze Zeit nach der Zerstreuung des Kampfstoffes in der Luft möglich ist, entstehen schwere eitrige Entzündungen der Lunge, an den Augen kann es zu Entzündungen mit nachfolgender Erblindung kommen. Der in flüssiger Form verbliebene Teil des Kampfstoffes verliert auch nach Wochen seine Wirkung nicht. Er durchdringt Tuch, Leder und sogar Gummi und verursacht in der Haut, nachdem er ohne Schmerzempfindung von ihr aufgenommen ist, fortschreitende eitrige Entzündungsvorgänge. Hilfe: Inhalation von Wasserdampf mit Mentholzusatz, Gurgeln mit Kaliumpermanganatlösung, Anregung der Tränenabsonderung der Augen (z. B. Salmiakgeist), Vorwasserumschläge. Beseitigung des Senfgases durch Chlorkalkbestreuung der betreffenden Gegend (auch senfgasbenehte Hautstellen können durch Chlorkalkbrei mit nachfolgendem Waschen mit Wasser vor späteren Entzündungen bewahrt bleiben). Bei Fehlen von Chlorkalk, Waschen mit Wasser und Seife. Wechsel der Kleidung, wenn möglich Bad mit gründlichem Abseifen des ganzen Körpers.

Bei allen Kampfstoffvergiftungen ist ärztliche Hilfe so schnell wie möglich zuzuziehen.

# Luftfahrt, Luftschuß im fremdsprachlichen Unterricht

Von Friedrich Köhler

## I. Wesen und Wert der Luftfahrterziehung im fremdsprachlichen Unterricht

Seit der Veröffentlichung des Luftfahrt-Erlasses sind eine Reihe von neu-sprachlichen Lektüreausgaben neu erschienen, die von dem Eindringen des Luftfahrt- und Luftschußgedankens gerade auch in unsere Fächergruppe künden. Selbstverständlich begrüßen Lehrer und Schüler immer wieder anschauliche und mit-reißende Lesestoffe. Dadurch, daß heute aber dem Neusprachler eine ganze Anzahl von Ausgaben zur Verfügung steht, wird er desto eher zu dem Gedanken verleitet, dem Erlaß sei Genüge geschehen, wenn er hin und wieder ein Bändchen in seinem Jahreslehrplan erscheinen läßt. Die Unterrichtsarbeit ergibt dann leider häufig, daß große Schwierigkeiten bei der Durchnahme auftauchen oder daß gar die Auswahl des Stoffes sich für die betreffende Klasse als verfehlt erweist. Es erscheint des-halb notwendig zu betonen, daß ein wirklich planmäßiger und gründlich durch-dachter Einbau der Luftfahrterziehung auch in den neu-sprachlichen Unterricht, von der Unter- bis zur Oberstufe, erfolgen muß. Damit ist selbstverständlich nicht ge-sagt, daß man das Thema „Luftfahrt, Luftschuß“ unterrichtlich zu Tode heßt. Wenn es erzieherisch und bildungsmäßig Werte umschließt, die heute unentbehrlich sind, muß man sich verantwortlich dafür fühlen, daß sie zur Auswirkung gelangen.

Es kommt uns immer stärker zum Bewußtsein, wie gerade im Kampf um Luft-geltung die völkischen und staatlichen Kräfte der fremden Nation, deren Sprache und Schrifttum wir vor uns haben, sichtbar werden. Das bedeutet nicht nur die unerläßliche rein wissenschaftliche Aufklärung über die Welt vor unseren Toren, sondern fordert außerdem unsere Schüler geradezu zur Auseinandersetzung und Stellungnahme auf. Sehr oft erleben sie das stolze Gefühl deutscher Leistung mit oder erkennen und fühlen aus den ursprünglichen Quellen heraus, wie in Krieg und Frieden das andere Volk sich durchzusetzen bemüht ist. Das ruft eigene Kräfte und Besinnung auf eigene Werte hervor. Und schließlich reißt die Darstellung des Flugerlebnisses und des kämpferischen Einsatzes von Kriegs- und Verkehrsfliegern den deutschen jungen Menschen zu eigenem Tatwillen mit. —

Zum Schluß unserer kurzen grundsätzlichen Betrachtung darf ich den Fachlehrer, der unser Sachgebiet in seiner ganzen Weite und Tiefe kennenlernen möchte, ver-weisen auf meine ausführlichere Schrift „Luftfahrt und neu-sprachlicher Un-terricht“.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Verlag E. F. C. Volkmann Nachf. E. Wette, Berlin-Charlottenburg. Dort ist manches ein-



## II. Luftfahrt und Luftschuß im Rahmen der einzelnen Unterrichtsstoffe

### 1. Übungsstücke

Die Anlage zum Ministerialerlaß forderte bereits die Aufnahme von geeigneten Texten in die Lehrbücher für die Unterstufe. Wir werden demzufolge die neuen englischen Lehrbücher, die nunmehr nach der endgültigen Festsetzung des Englischen als erster Fremdsprache erscheinen, auch nach dieser Richtung hin auf ihre Geeignetheit zu prüfen haben. Haben wir einmal, wie oben angedeutet, die Notwendigkeit eines planmäßigen Aufbaues erkannt, so können wir solche Lesestücke und Sprachübungen, die von Abbildungen begleitet sein müssen, nicht entbehren. Wir wollen nicht nur die Kernfreude des Anfängers ausnutzen, sondern vor dem Herangehen an größere Texte auf der Mittelstufe zunächst uns beschränken auf einen anschaulich dargebotenen einfachen Sach- und Erlebniszusammenhang. Lebendig erzählte Begebenheiten von Fliegern und Flugzeugen, Zeppelinfahrten, Flugveranstaltungen und Rekordleistungen sowie einfache Gedichte stellen so den für diese Stufe geeigneten Stoff dar, der wesentlich zur Belebung des Unterrichts im allgemeinen und zu unserem methodischen Ziel im besonderen beiträgt. Geboten erscheint mir, vor Durchnahme eines Lesestückes an Hand eines großen, klaren Bildes oder eines Flugzeugmodelles einige wesentliche Begriffe und Ausdrücke durch die Anschauung zu gewinnen. Für die Mittelstufe kommen Stücke in Frage, die zum Verständnis von mit der Luftfahrt zusammenhängenden geschichtlichen, verkehrs- und wehrpolitischen Fragen in anschaulicher Darstellung hinleiten.

### 2. Lese Stoffe

Im großen ganzen handelt es sich bei den erschienenen Lektüreausgaben um Erlebnisberichte von Kriegs- und Verkehrsfliegern. Dichterwerke — in Prosa und Poesie — sind einstweilen nur erst spärlich vertreten. — Wie kaum ein anderer Unterrichtsstoff entspricht gerade der Text eines Fliegerbuches und seine Behandlung den Grundforderungen unserer nationalpolitisch bestimmten Erziehungsarbeit, wie bereits angedeutet. Der Jugendliche erlebt in stärkstem Maße Einsatzbereitschaft, Manneszucht, Abenteuer, Kampf, Heldentum mit. Sehr stark reizt ihn auch der Einblick in die Anschauungs- und Tatsachenwelt des Gegners sowie in die Ferne und Fremde überhaupt. Jede Klasse wird sich mit Freude und Begeisterung an diese Arbeit begeben. Auf dem Lehrer ruht die Verantwortung, diese innere Bereitschaft zu wirklicher Mitarbeit nicht verkümmern oder gar erdrücken zu lassen durch eine der Alters- und Bildungsstufe nicht entsprechende Behandlung. Wie ich bereits früher dargetan habe, ist der größte Teil der bisher erschienenen Luftfahrtlektüre jugendpsychologisch

---

gehender behandelt, was ich hier nach der grundsätzlichen und methodischen Seite hin knapp fassen muß. Ferner enthält es außer der Besprechung sämtlicher bis zum Sommer 1935 erschienenen Schulausgaben und wichtigen Werke für die eigene Arbeit des Lehrers einen ins einzelne gehenden dreisprachigen Wortschatz aus Luftfahrt und Luftschuß nebst Abbildungen.

auf die Mittelstufe zugeschnitten. Einer Auswertung dort steht aber die sprachlich schwere Form entgegen. Das Problem verschärft sich bei dichterischen Werken für die Oberstufe. Da ergibt sich eben die entscheidende Bedeutung einer planmäßigen Aufbauarbeit im Wortschatz. Bei der sprachlichen und flugtechnischen Deutung der Schriftwerke werden wiederum außer den beigelegten Abbildungen Anschauungsmittel aller Art gute Dienste leisten.<sup>2</sup>

Für die Mittelstufe möchten wir einige englische Ausgaben hervorheben. — Bisher bestand ein ausgesprochener Mangel an leichterem Fliegerlektüre. Diese Lücke soll ausfüllen „Riders of the Winds“,<sup>3</sup> das hauptsächlich für Tertien gedacht ist und eine Reihe von spannenden Geschichten aus Jugendbüchern enthält. Leichteren Charakters sind weiter „Gallant Fighters of the Great War“<sup>4</sup> und „Two Epoch-making Flights“.<sup>5</sup> Von der Obertertia an bis zur Obersekunda wird von besonderem Interesse und mit Nutzen zu verwerten sein „German War Birds — Seen Through English Eyes“.<sup>6</sup> Unentbehrlich ist immer noch das schon seit mehreren Jahren vorliegende ausgezeichnete Heftchen „War in the Air“,<sup>7</sup> das mir sprachlich jedoch erst für die Sekunden als geeignet erscheint. Gleiches gilt für Cobhams „Twenty Thousand Miles in a Flying Boat“,<sup>8</sup> das zu den Fragen der Luftverkehrspolitik innerhalb des Empire hinleitet. Für die Sekunden sind ferner wertvoll „Exploits in the Air“<sup>9</sup> und „Knights of the Air“,<sup>10</sup> letzteres mit Proben englischer Flugpoesie, die man wahrscheinlich jedoch erst auf der Prima auswerten wird. Wir erwähnen noch unter den Heften, die von Untersekunda an gelesen werden können, „Flying Adventures“,<sup>11</sup> „Pioneers of the Flying Age“,<sup>12</sup> „Famous British Women Flyers“.<sup>13</sup>

Eine Reihe der bisherigen französischen Mittelstufenlesestoffe werden künftig kaum noch in Frage kommen. Nicht allzu schwierige Ausgaben stellen dar: „Sous le Casque de Cuir“,<sup>14</sup> „La Guerre des Airs“,<sup>15</sup> „As de l'Aviation“,<sup>16</sup> „En Avion“,<sup>17</sup> „Récits de Guerre Aérienne“,<sup>18</sup> größere Ansprüche stellt „Héros de l'Air et de la Mer“.<sup>19</sup>

Wenn auch der reine Erlebnisbericht hin und wieder im englischen und französischen Unterricht der Oberstufe Verwendung finden mag, so möchte man doch wünschen, daß in einem packenden dichterischen Werk der Zukunft unser Fliegerschrifttum seine Krönung findet. Gerade die Dichtung bringt Flug- und Kampf-

<sup>2</sup> Zur sachlich notwendigen Einführung des Neusprachlers in das Wichtigste aus der Fluglehre eignen sich z. B.: R. Schütt, „Grundriß der Luftfahrt“, Ausg. A; R. Gettwart, „Fliegerschulung in Bildern“ (beide bei E. F. C. Volkmann Nachf. E. Wette); „Luftfahrt“ (DATSCH-Lehrmittelbienst, B. G. Teubner). <sup>3</sup> Velhagen & Klafings neuspr. Leseb. 306.

<sup>4</sup> Schönninghs engl. Leseb. 27. <sup>5</sup> Diesterwegs neusprachl. Leseb. 200. <sup>6</sup> Schönninghs engl. Leseb. 51. <sup>7</sup> Teubners neuspr. Lekt. I/102. <sup>8</sup> Teubner 79. <sup>9</sup> Diesterweg, Best.-Nr. 5911.

<sup>10</sup> Velhagen & Klafings n. L. 288. <sup>11</sup> Schönninghs e. Schulausg. 80. <sup>12</sup> Westermann-Lexer, e. R. 93. <sup>13</sup> Schönninghs e. L. 43. <sup>14</sup> Schönninghs fr. L. 49. <sup>15</sup> Teubners n. L. II/61.

<sup>16</sup> Velhagen & Klafings n. L. 305. <sup>17</sup> Schönninghs fr. Schulausg. 67. <sup>18</sup> Diesterwegs n. L. 236.

<sup>19</sup> Ufchendorff.

erlebnis des einzelnen wie auch Art und Haltung des fremden Volkes zur vollen erziehlichen Wirksamkeit. Voraussetzung ist auch hier wieder, daß man sich auf einen ausreichenden Wortschatz verlassen kann. Für ausgezeichnet halte ich das Welhagen-Bändchen „Vol de Nuit“ von Antoine de Saint-Exupéry. Sprachlich ist es nicht leicht, doch als abschließende Lektüre einer guten Prima höchst eindrucksvoll. In zwei andern Lesebogen desselben Verlages finden sich recht gute Kurzgeschichten. „Les Érivains combattants“ enthält „L'Oiseau blessé“ von Paul Bruzon, und „Conteurs d'Avant-Garde“, II: „Un Baptême“ von Marcel Nadaud. Schulausgaben über englische Fliegerromane oder -novellen von literarischem Wert sind bis jetzt noch nicht erschienen.

Unsere Sekundaner und Primaner müssen nun aber auch Lese Stoffe in die Hand bekommen, die auf Wehrpolitik, Verkehrspolitik, Luftschutz, fliegerische Erziehung der ausländischen Jugend in besonderem Maße abgestellt sind. Sie stehen in engem Zusammenhang mit den die Weltöffentlichkeit bewegenden Fragen der Tagespolitik, die ihren Niederschlag natürlich stärkstens im Tageschrifttum findet. In Zusammenarbeit mit Erdkunde und Geschichte fordert als besondere Form der Geopolitik die Luftpolitik stärkste Beachtung.<sup>20</sup> Für sehr verdienstvoll halte ich hier das Heft „The British Arm of Today“.<sup>21</sup> Lebensbilder und biographische Romane können von größter Eindruckskraft sein. Hier wäre zu verweisen auf die Ausgabe „Le Chevalier de l'Air — Vie Héroïque de Guynemer“.<sup>22</sup>

Auf der Mittelstufe wird es bei der Behandlung einer Lektüre neben der sprachlichen Erläuterung darum gehen, die Voraussetzungen für ein Mit- und Macherleben der spannenden Handlung zu schaffen und vom deutschen Standpunkt aus Stellung zu nehmen. Bei der mehr abhandelnden oder schildernden Oberstufenlektüre — auf der Untersekunda kann sie manchmal schon vertreten sein — kommt daneben noch in Frage, die Beweggründe für die Taten, Ursachen und Bedeutung der Leistungen, wehr- und geopolitische Probleme herauszustellen.<sup>23</sup> — Dichterwerke reizen zur Betrachtung der Sprachform. Vor allem aber handelt es sich darum, die Augen zu öffnen für die besondere künstlerische Darstellung von Flieger- und Kämpfertum, für die psychologische Entwicklung der Hauptpersonen und die Beleuchtung von Charakter und Haltung des fremden Volkes. Jedes Werk hat seinen eigenen „Kern“, zu dem es vorzudringen gilt.

Daß die gesamte Klasse fremdsprachliche Zeitungen und Zeitschriften liest, wird heutzutage nur in ziemlich geringem Maße der Fall sein. Selbstverständlich eröffnet sich dann ungezwungen ein reiches Feld unterrichtlicher Auswertung, doch wollen wir erst bei den Übungen im freien Sprechen darauf eingehen.

<sup>20</sup> Hierzu vgl. den Artikel des Verf. „Luftfahrt, Luftschutz, Luftpolitik im engl. Unterricht“ in der „Deutschen Volkserziehung“, Heft 4/1936 (Zentralinstitut für Erziehung und Unterricht), Verlag Diesterweg. <sup>21</sup> Teubners neuspr. Lese Stoffe, Heft 8. <sup>22</sup> Schöningsh's f. S. 70. <sup>23</sup> Vgl. hier vor allem: Walther Pahl, „Die Luftwege der Erde“ (Hamburg 1936), ferner: Richard Hennig, „Weltluftverkehr und Weltluftpolitik“ (Berlin 1930).

### 3. Sprechübungen

Grundsatz ist, von der Unter- bis zur Oberstufe die Sprechübungen nach Möglichkeit an Hand von reichem Anschauungsmaterial durchzuführen. Als solches kommen in Frage: Flugmodelle, Modellflugzeuge, große, einfache Unrißzeichnungen an der Wandtafel, klare Bilder aus Zeitungen sowie Luftfahrt- und Luftschutzzeitschriften und -kalendern, Werbebilder und -plakate von Luftfahrtgesellschaften, Lichtbilder aus Verkehrs- und Militärluftfahrt, Bilder von Lufthelden, Abbildungen in Lehrbüchern und Lektürebändchen, fremdsprachliche Werbehefte, Reise- und Streckenpläne usw. Die Schüler selbst bringen häufig einen beträchtlichen Teil der Anschauungsmittel schon aus eigenem Antriebe zusammen. Vergessen wir nicht die unmittelbare Anschauung im Flughafen und am Flugzeug!

Vor dem Lesen eines Abschnittes aus dem Lehrbuch der Unterstufe, der die Luftfahrt behandelt, hat die einfache, einführende Sprechübung schon ihren Platz. Durch Bilder, Modelle usw. ergibt sich eine Festlegung der unbedingt notwendigen Ausdrücke für die Flugzeugteile und wichtigsten Bewegungsvorgänge.

Im Zusammenhang mit den Lesebüchern und Lektürestoffen der Mittelstufe wendet sich auch in den Sprechübungen das Hauptinteresse der spannenden Handlung, z. B. dem Luftkampf, dem abenteuerlichen Flug, der Persönlichkeit des Fliegers zu. Berichte und anschauliche Szenen von Flugveranstaltungen leiten über zur Aussprache über solche im Heimatort.<sup>24</sup> — Aus fremden Zeitungen kann in schlichter Form — und sei es nur an Hand eines Bildes oder einer Überschrift — ein Ereignis herausgestellt und besprochen werden. Englische und französische Zeitungen bringen z. B. seitenlange Berichte über die junge deutsche Luftwaffe oder über große Luftschutzübungen. Wichtig ausschöpfen können wir die Zeitung allerdings erst auf der Oberstufe. — Manche Sekunda-Lektüre, etwa das Teubnerheft von Cobham, bietet Gelegenheit zur verstandesmäßigen Durchdringung und schlichten Herausarbeitung luft- und geopolitischer Fragen.

Auf Unter- und Mittelstufe sollte großer Wert darauf gelegt werden, daß der durch Sprechübungen und Lesebücher erworbene Luftfahrtwortschatz wirklich zum festen Besitz wird. Man kann ihn zweckmäßigerweise — nebst mehr oder minder reichen Abbildungen — in ein besonderes Heft eintragen lassen.

Die Oberstufe betont nun sehr die Rolle des Sprechens bei der Feststellung des Handlungsverlaufs einer Geschichte, der Schilderung der Hauptpersonen und Begründung ihres Handelns, des „Kerns“ des dichterischen Werkes, der Stimmung, der Sprachform.

Freie Sprechübungen schließen sich an vorgelesene oder inhaltlich wiedergegebene Zeitungsberichte an. Da kann es sich handeln um Erörterung der Luftlinien, um Verkehrspolitik, flugsportliche Ereignisse, wehrpolitische Entscheidungen, fliegerische und luftschutzmäßige Ausbildung und Jugendentüchtigung. Es ist z. B. interessant

<sup>24</sup> Als Beispiel dafür darf ich verweisen auf meinen Artikel „Luftfahrterziehung im engl. Unterricht einer Obertertia“ in der Zeitschrift „Luftfahrt und Schule“, 1. Jahrg., Nr. 1 (Wolckmann).

zu beobachten, wie in englischen Zeitungen immer klarer und eindrucksvoller die politische Bedeutung der Luftlinien für das Empire der öffentlichen Meinung vor Augen geführt wird. Wenn die Zeitungsbearbeitung arbeitsteilig durch Schüler erfolgen soll, so muß der Lehrer vor Mißdeutungen bewahren, indem er pressepolitische Hintergründe erläutert.

Recht gute Stoffe zum freien Sprechen über Luftfahrt und Luftschuß bieten übrigens „Something to read“, „England of to-day“, „America of to-day“, „The Great War 1914—18“, „Quelque chose à lire“, „La France d'aujourd'hui“, „La Grande Guerre 1914—18“<sup>25</sup>, sowie das oben erwähnte „The British Arm of Today“. — Als fremdsprachliche Stoffquelle für luftfahrttechnische Fragen seien dem Lehrer die beiden Hefte „L'Aviation“<sup>26</sup> und „Flying“<sup>27</sup> empfohlen. Sie geben, unterstützt durch Abbildungen und Zeichnungen, erschöpfenden Aufschluß über alle Einzelheiten. — Bearbeiten die Schüler Werbeschriften, Pläne usw. von Luftlinien und Flugzeugfirmen zum Zwecke eines anschaulichen Berichtes, so ersteht eindrucksvoll vor ihren Augen der zähe Kampf der Nationen um Luftgeltung. Mit wie großem Stolz erkennen sie die auch vom Ausland zugegebene führende Rolle Deutschlands im Luftfahrzeugbau (Zeppelin, Dornier, Junkers) und im Überseeverkehr, z. B. nach Süd- und Nordamerika!

#### 4. Sprachlehre

Will der neu sprachliche Lehrer seinen Unterricht in der Grammatik beleben durch anziehende und anschauliche Beispiele, so findet er solche unschwer auch in Werbetafeln von Luftfahrtgesellschaften, großen Zeitungsüberschriften, Bildbeschriftungen usw.

Ein weiteres Behandlungsgebiet bildet die Fliegersprache. Im Deutschunterricht der Tertia hat der Schüler die Erweiterung und Fortbildung des Wortschatzes durch Technik, Verkehr, Krieg kennengelernt. Als Querverbindung dazu erfährt er nun dieselbe Tatsache in den Fremdsprachen. Soldaten- und Fliegerwit haben auch hier oft humorvolle oder sonstwie interessante Wortbildungen veranlaßt. Daneben kommen von „modernem Tempo“ zeugende Abkürzungen in Frage. Es bildet für den Schüler eine anziehende Aufgabe, alle Ausdrücke der besonderen Fliegersprache aus Lesebuch und Lektüre zusammenzustellen und sie mit den entsprechenden deutschen zu vergleichen.

#### 5. Schriftliche Arbeiten

Die schriftlichen Arbeiten wachsen aus dem Unterricht hervor. Man kann auf der Unterstufe z. B. Fragen über die Luftfahrzeuge, ihre Teile und Bewegungen beantworten lassen. Lesestoffe des Lehrbuches oder der Lektüreausgabe geben Anlaß

<sup>25</sup> Bändchen 1, 2, 3, 5, 6, 23, 27 von Langenscheidts „Fremdsprachlicher Lektüre“.

<sup>26</sup> Librairie Hachette, Paris.

<sup>27</sup> The Richards Press, Ltd., London.

zur Anfertigung von schlichten Nacherzählungen über bedeutsame Abschnitte, eindrucksvolle Begebenheiten usw. Unter Beigabe von Zeichnungen werden die oben berührten Beschreibungen in eine zusammenhängende Form gebracht. Stoff für eine etwas freiere Arbeit bilden: das Leben auf dem Flugplatz, Bericht über Luftsport- und Luftschutzveranstaltungen, einfache Stellungnahme zu Zeitungsartikeln und Bildern, Auswertung von Reiseplänen usw. Letztere Aufgaben können in etwas umfassenderer Form auch für die Oberstufe gelten. Hier muß neben der Wiedergabe der Tatsachen eine Begründung, der Versuch einer Deutung nach Ursachen und Wirkungen gegeben werden. An Hand von fremdsprachlichen Werbeschriften deutscher Luftverkehrs- und Flugzeugbaugesellschaften kann man Höhe und Wert der technischen und kulturellen Leistungen Deutschlands eindrucksvoll herausstellen.

Nacherzählungen als Haus- und Klassenarbeiten über Luftfahrtstoffe haben von der Untersekunda an ihren Platz im Unterricht. Die Lektüre ergibt ebenfalls häufig die Notwendigkeit einer schriftlichen Bearbeitung von Teilabschnitten.

### 6. Wort- und Ausdrucksschatz

Alle von der Mittelstufe an gestellten freieren Aufsätze können natürlich nur dann mit Erfolg angefertigt werden, wenn der Lehrer auf Grund von vorhergegangenen Lesestoffen, Sprechübungen und beigegebenem Anschauungs- und Werbematerial die Gewißheit hat, daß die Schüler über einen sachlich und sprachlich reichen Wort- und Ausdrucksschatz verfügen. Nichts könnte verhängnisvoller werden, als wenn sie nur auf ihre Schulwörterbücher etwa angewiesen wären.

Es geht uns ganz und gar nicht um Vermittlung eines umfassenden technischen Wortschatzes. Da aber Luftfahrt und Luftschutz aus dem Leben der Gegenwart nicht wegzudenken sind, ergibt sich die Notwendigkeit einer Beherrschung der erforderlichen Ausdrücke. Um die Aneignung, Sinnvermittlung und Sicherung zu erleichtern, ist das Anschauungsbild oder der vorgezeigte Gegenstand selbst der beste Ausgangspunkt. — Von Anfang an muß der Luftfahrtwortschatz planmäßig und sicher aufgebaut werden. Ist er in einem besonderen Heft von jedem Schüler aufgezeichnet, so weiß auch jedesmal der Lehrer der folgenden Klasse, was er voraussetzen kann. Nötig wäre es dann allerdings, die Ausdrücke nach Sachgruppen geordnet zu sammeln, also jedesmal eine genügend große Seitenzahl für Nachtragungen freizuhalten. Aus Lesebüchern und Lektürebändchen ziehen die Schüler selbst die Worte heraus und ordnen sie sinntensprechend ein. Nach welchen Gesichtspunkten sie zusammenzustellen sind und welche Ausdrücke überhaupt in Frage kommen, darüber kann sich der Fachlehrer unterrichten an Hand der bereits mehrfach genannten Schrift „Luftfahrt und neu-sprachlicher Unterricht“. Dort ist ein umfangreicher Wortschatz nebst Stichwörterverzeichnis gegeben. Eine Einführung in Sachgebiet und Sprache — für Lehrer, reifere Schüler und alle Luftfahrtkreise — vermitteln die beiden Schöningh-Hefte „Hundert Worte Luftfahrt-Englisch“ (Max Müller) und „Luftfahrt-Französisch“ (Friedr. Köhler). — Für Schüler der Oberklassen

bieten die Bändchen „L'Aviation“ und „Flying“, Werbeschriften der Firmen und Zeitungen weitere Quellen für die Bearbeitung. Das beste vorhandene Nachschlagewerk stellt der Band „Luftfahrt“ aus der Reihe der „Illustrierten technischen Wörterbücher“ von Schломann<sup>28</sup> dar.

Will der Neusprachler ständig in anregendem Zusammenhang mit unserm Gebiet bleiben, so empfiehlt es sich, außer zu den neuen Schulausgaben immer wieder zu einem erlebnisreich und mitreißend geschriebenen Dichterwerk oder einer Schilderung zu greifen, wie sie auch in der französischen, englischen und amerikanischen Literatur heute in reichem Maße vorhanden sind.

Neusprachliche Fachzeitschriften sowie vor allem die Monatschrift „Luftfahrt und Schule“<sup>29</sup> werden der Auswertung von Luftfahrt und Luftschuß im fremdsprachlichen Unterricht ihr Augenmerk zu widmen haben. —

Eins wollen wir immer vor Augen halten: all unsere Arbeit geschieht nicht um irgendwelcher formalen Zwecke willen, sondern zielt letztlich ab auf Tat- und Einsatzwillen deutscher Jugend.

---

<sup>28</sup> VDJ-Verlag G. m. b. H., Berlin.

<sup>29</sup> Verlag Volkemann.

# Zeichen-, Werkunterricht und Flugmodellbau

Von Karl Müller

## 1. Bedeutung des Flugmodellbaues

Durch den Erlaß des Herrn Ministers für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung — R. U. III 10/34 vom 17. 11. 34 ist der Luftfahrtgedanke als Prinzip in sämtlichen Unterrichtsfächern verankert und der Flugmodellbau in den Mittelpunkt des Werkunterrichts gestellt, da das fliegerische Verständnis und die fliegerische Vorbildung bei der Entwicklung des privaten sowohl als auch des militärischen Flugwesens eines stetig wachsenden interessierten Nachwuchses bedarf. Jede fliegerische Ausbildung, beginnend mit dem Interesse für den Luftfahrtgedanken und dem verständnisvollen Modellbau, ist Dienst am Vaterland.

Als am 16. März 1935 der Führer und oberste Befehlshaber der Streitkräfte durch die Verkündigung des Wehrgesetzes den Schandvertrag von Versailles, der uns jegliche militärische Luftfahrt und Abwehr verbot, durchbrach, standen wir fast nackt vor luftgerüsteten Nachbarn rings herum. Aufklärende Filme und Vorträge des Reichsluftschutzbundes, Zeitschriften (Die Sirene, Luftwelt u. a.), Statistiken und Zahlen haben wohl jedem Volksgenossen die Augen geöffnet und Verständnis, Willen und Einsatzbereitschaft gestärkt. Das Bauen und Halten militärischer Flugzeuge war zwar verboten, aber der alte Fliegergeist war nicht zu bändigen und zu töten. Gerade das Verbot hat unsere zivile Luftfahrt und die Segelfliegerei gefördert und zur Weltgeltung gebracht, denn ging es nicht mit Motorkraft, so mußten andere Wege beschritten werden, um den uralten Traum der Menschheit, zu fliegen, verwirklichen zu können. So wurde die Wasserkuppe (Rhön) zur Geburtsstätte der in der Welt an unerreichter Stelle stehenden deutschen Segelfliegerei. Wagemutige und tatendurstige Jugend schuf sich hier ein Arbeits- und Forschungsgebiet, getragen und geleitet von echt vaterländischer Gesinnung. Mit Begeisterung wird jeder deutsche Junge das Buch „12 Jahre Wasserkuppe“ von Fritz Stamer,<sup>1</sup> in dem diesen Pionieren ein bleibendes Denkmal gesetzt ist, verschlingen. Mit glänzenden Augen haben stets Pfingsten Jungen dort an den Hängen gestanden und Vergangenes und Gegenwärtiges erlebt. So frisch der Wind dort oben weht, ist da der echte Fliegergeist und die alles überbietende Kameradschaft. Einer hilft dem anderen, und alle wirken zusammen. Enttäuschungen und Entbehrungen schmieden noch fester zusammen und spornen zu zähem Ringen und Durchhalten an. Was damals Einzelne befeelte, die

<sup>1</sup> Verlag Reimar Hobbing, Berlin.



sich weder durch Mißgeschick noch durch Gespött von ihren Zielen abbringen ließen, war selbstloses, aufopferndes unermüdeliches Ringen und Troß. Den Luftfahrtgedanken wachzuhalten und zu fördern, muß heute Allgemeingut des ganzen deutschen Volkes werden und wird und muß unbedingt bei der Jugend Verständnis und Begeisterung finden. Hier setzt nun der Min.-Erl. v. 17. 11. 34 den Hebel an, und die Schulen müssen in diesem Sinne mit der Arbeit beginnen.

Die vorhergehenden Abschnitte haben die Wege gezeigt, wie alle Unterrichtsfächer der Jugend den Luftfahrtgedanken, die ideellen und theoretischen Grundlagen, vermitteln sollen, die dann im praktischen Modellbau und später in irgendeinem Gebiet der Fliegerei ihre Anwendung finden. Die grundlegende, vorbereitende Arbeit der Oberstufe der Volksschule, der Unterstufe der mittleren und höheren Schulen muß in der Berufs- und Fachschule und in der Oberstufe der höheren Schule für den Segelsport organisch weiter aufgebaut werden.

Kein anderer Sport schult so den Willen, prägt so Charaktere, erzieht so zur Verantwortlichkeit, bildet so Persönlichkeit, schmiedet Kameradschaft und formt aus Jungen und Jünglingen verantwortungsbewußte Männer und Führer, wie sie das Handwerk und das Vaterland zu jeder Zeit gebraucht. Kampf ist das Element der wagemutigen und tatendurstigen Jugend, da gibt es kein schöneres Kampffeld für sie, als in der freien Luft ihre Kräfte an den Naturgewalten zu messen. Hinzu kommt noch, daß dieser Sport durch körperliche Ertüchtigung mit werktätigem Schaffen und wissenschaftlicher Ausbildung die junge Generation mit der Aufgabe, ganz dem Vaterlande und seinen Volksgenossen zu dienen, harmonisch erzieht.

Zur gründlichen Erreichung dieses Zieles genügt es nicht, Begeisterung für den Luftsportgedanken durch Behandlung der Stoffe in den Unterrichtsfächern zu wecken. Nachhaltend und fruchtbringend wird das Gelernte erst durch praktischen Modellbauunterricht in der Werkstatt, da erst die praktische Arbeit, der Erfolg oder der Mißerfolg die Jungen verbinden und den erzieherischen Zweck vervollkommen, denn alle Anforderungen, die der Werkunterricht an den Schüler stellt (Ausdauer, Überlegung, Gewissenhaftigkeit, peinlichste Genauigkeit und Sauberkeit, Achtung vor dem Handwerk, kameradschaftlicher Sinn), werden beim Modellbau und später beim Segelflugzeugbau in erhöhtem Maße von dem Schüler verlangt. Ihm muß zum Bewußtsein kommen, daß von kleinen und kleinsten Dingen beim Modellbau die Erfolge und beim Segelflugzeugbau vielleicht Leben und Gesundheit seiner Kameraden abhängig sind. Für den Schüler ist das werktätige Schaffen ein besonderes Erlebnis und führt manchen Jungen in eine Umgebung, die ihm sonst fremd bleibt. Hier in der Werkstatt hat er Gelegenheit, die Arbeit und das Schaffen mit anderen Augen anzusehen und selbst etwas zu leisten. Hier steht er mitten in seiner Volksgemeinschaft. Der Unterricht wird für ihn Arbeitsdienst in tiefster Bedeutung; der Modellbau um so mehr, da er jugendgemäß und jugendbegeisternd ist.

Wenn so alle Unterrichtsfächer konzentrisch auf das hohe vaterländische Ziel „wer den deutschen Luftsport fördert, hilft Deutschland“ (Hindenburg) hinarbeiten, wird

eine begeisterte Jungfliegerschaft mit reichem Wissen und Können heranwachsen, wie sie die deutsche Fliegerei braucht.

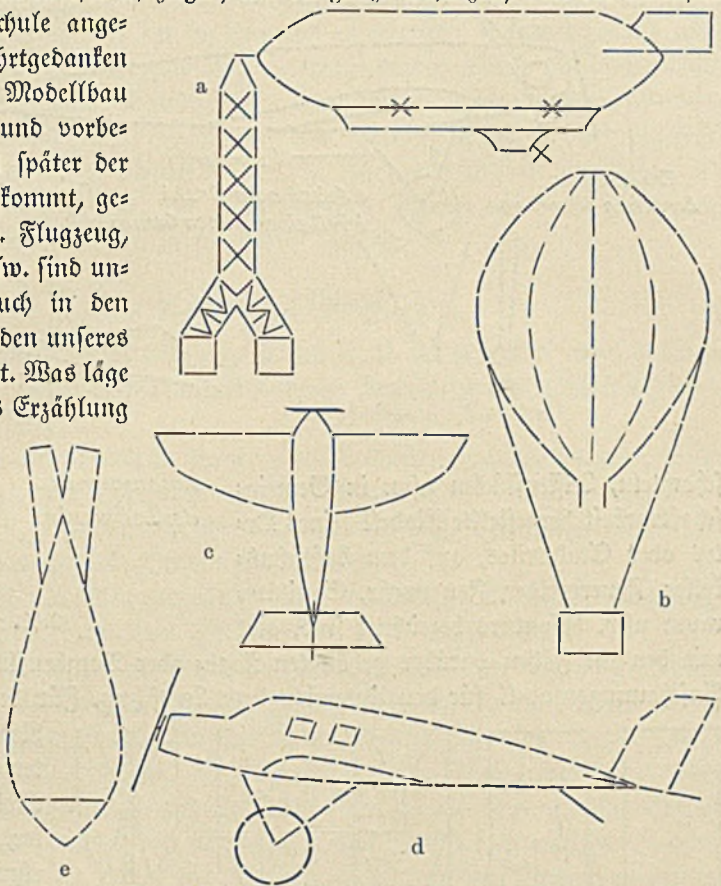
## 2. Flugmodellbau als Unterrichtsfach

Der Min. Erl. U. III fordert den Flugmodellbau als Unterrichtsfach in allen Schulen — in der Volksschule im 6., 7. und 8. Schuljahr, in den mittleren und höheren Schulen von Quarta bzw. Untertertia bis einschließlich Obertertia — mit wöchentlich 2 Stunden Unterricht, d. h. jede Klasse hat wöchentlich 4 Stunden Flugmodellbauunterricht, da die Baugruppe höchstens 20 Schüler umfassen darf. „In Schulen mit Werkunterricht ist der Bau in den Mittelpunkt zu stellen“, in Schulen ohne Werkraum können „aushilfsweise und im Ausnahmefall Klassenzimmer oder Zeichensäle als Ersatz dienen“. Durch Auflegen von Gabunplatten (1000 × 800 × 20 mm) lassen sich hier Arbeitsplätze schaffen, ohne daß Bänke oder Zeichentische darunter leiden. Die Werkzeuge, die für den Modellbauunterricht gebraucht werden, sind im Erlaß aufgeführt. In bereits vorhandenen Holz-, Papp- oder Metallwerkstätten brauchen sie nur ergänzt zu werden. In Schulen, die bisher keinerlei Werkunterricht hatten, sind die im Erlaß aufgeführten Werkzeuge vollzählig zu beschaffen. Als Hauptvoraussetzung zur Durchführung des Erlasses ist aber nötig, daß Lehrer vorhanden sind, die die theoretischen und praktischen Grundlagen auf diesem Gebiete beherrschen. Vor Erscheinen des Erlasses waren nur wenig Lehrer vorhanden, die den Flugmodellbau und die Pflege des Luftfahrtgedankens in der Schule und in freien Arbeitsgemeinschaften förderten. Erst durch den Erlaß hat der Gedanke der deutschen Fliegerei in den Schulen den Platz erhalten, der ihm gebührt, um in planmäßiger Arbeit aufzuholen, was auf diesem Gebiete bisher versäumt wurde. Die Notwendigkeit wird uns noch deutlicher werden, wenn wir dabei an den 16. März 1935, den Tag der deutschen Wehrfreiheit, auch in der Luft, denken.

Der Modellbau soll nach dem Aufbau des Erlasses die praktische Auswertung des mit dem Luftfahrtgedanken vertrauten Schülers sein; die Grundlagen sollen und müssen sämtliche Unterrichtsfächer schaffen. Der Erlaß sagt darüber, „Ziel des Werkunterrichts ist Förderung der Handfertigkeit, fliegerische Durchdringung, praktische Auswertung und Anwendung des Luftfahrtgedankens und der Luftfahrtgesetze“. Dieses Ziel ist aber nur zu erreichen, wenn wirklich alle Unterrichtsfächer und die ganze Schulzeit dem Luftfahrtgedanken ihre volle Aufmerksamkeit widmen. Der Modellbauunterricht ist daher nicht, wie es bequem zu machen ginge, nur dem Werkunterricht zuzuschieben, sondern der ganze Unterricht muß sich als vorbereitender Modellbauunterricht auf den Luftfahrtgedanken und Modellbauunterricht einstellen und bereits im ersten Schuljahr beginnen, um in den planmäßigen Modellbauunterricht, der im 6. Schuljahr mit dem Werkunterricht anfängt, fortgesetzt zu werden. Wer den Erlaß einmal aufmerksam liest, findet, daß dort von planmäßiger Einführung im Gebrauch von Werkzeugen und Erlernung der Techniken die Rede

ist. Erst nach Erfüllung dieser Dinge ist mit dem Arbeitsplan für die einzelnen Schulgattungen mit dem gleichen Ziele bei gleichem Alter zu beginnen. Die vorbereitenden Arbeiten haben mit dem eigentlichen Werkunterricht nichts zu tun, sie müssen in den anderen Unterrichtsfächern geleistet werden und ihm die Wege ebnen. An einigen Beispielen möchte ich zeigen, wie die ganze Schulzeit, von der untersten Klasse der Volksschule angefangen, den Luftfahrtgedanken in bezug auf den Modellbau lebendig gestalten und vorbereitende Arbeit, die später der praktischen zugute kommt, geleistet werden kann. Flugzeug, Zeppelin, Ballon usw. sind unseren Jüngsten, auch in den entferntesten Gegenden unseres Vaterlandes bekannt. Was läge da wohl näher, als Erzählung

und Betätigung an diese Dinge anzuknüpfen. Mit Legehölzern sind die Formen leicht gelegt, um dem Kinde Begriffe zu vermitteln (einige Beispiele — s. Abb. 1). Aus Plastilin, Ton usw. lassen sich Luftfahrtzeuge, Ballons, Flieger-



bomben körperlich darstellen und for-

Abb. 1. Beispiele für einige Arbeiten. a Zeppelin am Ankermast; b Freiballon; c Flugzeug (in der Luft); d Flugzeug am Boden; e Fliegerbombe.

men und technische Ausdrücke, die unseren Kindern keine Schwierigkeiten bereiten, nahebringen. Anknüpfend an gelegte oder geknetete Formen werden dann aus alten Heften die bekannten Papierschwaben gekniffen und damit die ersten Flugversuche unternommen. Aus alten Postkarten, Zeichenpapier, Karton lassen sich dann Formen erfinden und ausschneiden, die im Zimmer hübsche Gleitflüge ausführen.<sup>2</sup> Im dritten oder vierten Schuljahr lassen sich mit Messer, Schere, Hammer, Nägel aus Abfallmaterial (Kistenabschnitte, Zigarrenkistenbretter, Garnrollen usw.) Modelle von Flugzeugen (Jagdflugzeuge, Bomber, Verkehrsflugzeuge) herstellen (Abb. 2). Aus diesen

<sup>2</sup> Im Verlag Schreiber sind Papiermodelle von Möbius als Vorlage erschienen.

Modellen sind dann Flugeinheiten (Kette, Schwarm usw.) zusammenzustellen und mit den Kennzeichen der Länder zu versehen. Das in der Heimatkunde aus Streichholz-

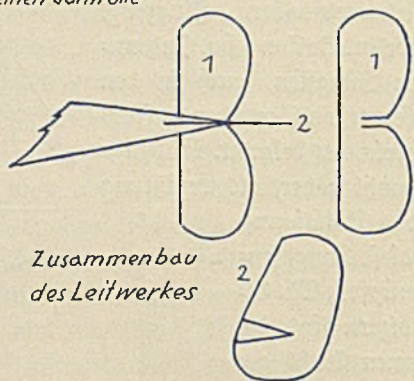
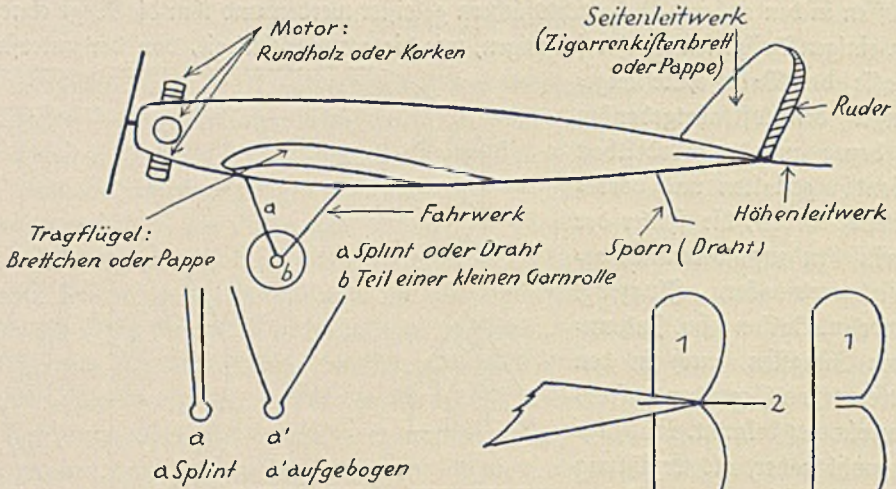


Abb. 2.

schachteln, Leistenstücken usw. in Gemeinschaftsarbeit hergestellte Modell seines Dortes oder Stadtteiles, auf dem Luftschutzkeller, Feuermelder, Feuerwehr, Sanitätsraum usw. besonders bezeichnet sind, gibt mit den an Fäden darüber gehängten Jagd- oder Bombenflugzeugen ein gutes Anschauungsmodell für den Unterricht betr. Luftschuß.

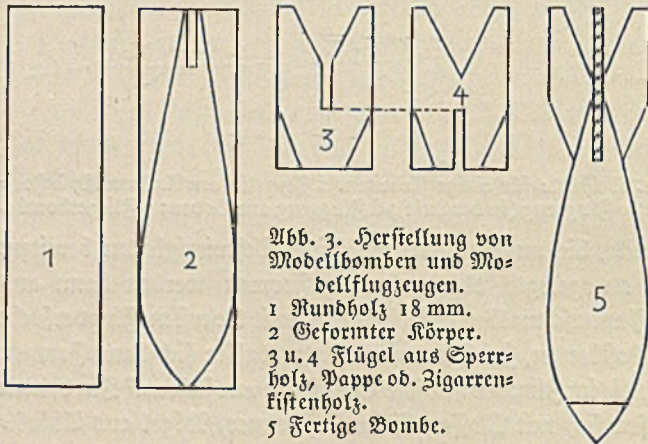


Abb. 3. Herstellung von Modellbomben und Modellflugzeugen.  
 1 Rundholz 18 mm.  
 2 Geformter Körper.  
 3 u. 4 Flügel aus Sperrholz, Pappe od. Zigarrenkistenholz.  
 5 Fertige Bombe.

hier vergrößerte Arbeiten als Zeichnung und Modelle, Luftschutzkeller, Bodenräume (ent-rümpelte und nicht ent-rümpelte), Modellbom-ben herzustellen (siehe Zeichnung 3). „Auch den Drachenbau kann man anregen“, heißt es in dem Erlaß. Im An-schluß an das Gedicht „Ach wer doch das könn-

te, nur ein einziges Mal“ lassen sich zeichnerische und werkliche Arbeiten anschließen, die die Phantasie anregen und gleichzeitig genaue und saubere Arbeit erfordern, und den Jungen zu neuer Formgebung und Erfindung anregen (Apostel,

Drachenzug, Fallschirme, photographieren). Hier findet sich auch Gelegenheit, mit dem Elternhaus zusammenzuarbeiten, da in vielen Städten der Drachensport Volkssport ist. Als Anregung und Beispiel für den Drachenzug sei auf Möbius und auf Baupläne hingewiesen.<sup>3</sup> Alle diese Arbeiten haben den Zweck, die Handgeschicklichkeit zu bilden, Bekanntheit mit Material und Verarbeitung desselben zu vermitteln und Verständnis für die Fliegerei zu erwecken. Darüber hinaus werden dem Kinde Ausdrücke und Zeichnungen vertraut, die das spätere Verständnis und die Arbeit im Werkunterricht erleichtern. So wird dann im planmäßigen Modellbauunterricht Zeit und Material gespart und das Interesse ist bereits voll angeregt. Wie groß das Interesse auf diesem Gebiete ist, hat wohl überall die Arbeit der Landesgruppe 4 in Verbindung mit dem Berliner Sender bei der Übertragung „Wir bauen ein Flugzeug „Kief in die Welt“ gezeigt.

### 3. Der planmäßige Modellbau

Der planmäßige Modellbau, wie er im Erlaß R. U. III gefordert wird, hat nun die in den anderen Unterrichtsfächern gewonnenen Kenntnisse und Fähigkeiten auszubauen. Dazu gehört

1. die planmäßige Einführung in die einzelnen Techniken (Handhabung der Laubsäge, die werkgerechte Durchführung der Arbeiten unter Berücksichtigung der im Flugzeugbau geltenden Vorschriften, wie Leimung, Schäftung, Beachtung der Struktur des Holzes, Bindung usw.) und
2. die erkannten theoretischen Kenntnisse über Widerstand, Auftrieb, Stabilität, Gleichgewicht usw. beim Bau der einzelnen Teile anzuwenden.

Über den Stoff, der im planmäßigen Modellbau zu erledigen ist, gibt der Erlaß auf Seite 18 einen Arbeitsplan für alle Schulgattungen, der aus langer Praxis heraus sich stufenmäßig aufbaut. Die geforderten Modelle sind nach Bau Schwierigkeiten (Stabrümpfe, Flachrümpfe, Vollrümpfe, einfache Flächen aus Leisten oder Draht, Profilflächen, abfallende Profile) aufgeführt. Dabei wird die Handfertigkeit geübt und die Vertrautheit mit Werkzeugen und Werkstoffen erreicht. Es wäre aber abwegig und nicht im Sinne des Erlasses, gleich mit dem Einheitsmodell zu beginnen. „Zur Einführung“ — heißt es in dem Erlaß — „werden kleine Modelle aus Papier oder Karton vorgeschlagen“. (Möbius — Papiermodell, Bauplan 13, Wolckmann, Charlottenburg, Papiermodelle.) Als ausgezeichnet hat sich der „Kief in die Welt“, das durch den Rundfunk bekanntgewordene Modell, erwiesen und kann nur empfohlen werden, und muß in dem Arbeitsplan des Erlasses dem Einheitsmodell vorangestellt werden.

Als wichtigstes Moment ist jetzt im Zeichenunterricht neben dem künstlerischen Gestalten und der bildlichen Wiedergabe das Linear- und Maßstabzeichnen mit aufzunehmen, denn Modellbau und konstruktives Zeichnen gehören zusammen, da

<sup>3</sup> Verschiedene Drachen, erschienen bei Schreiber, Eslingen. Baupläne 7 und 10 im Verlage Wolckmann, Charlottenburg.

im Werkunterricht und Modellbau nur exakt und genau nach Zeichnung gearbeitet werden darf. Alle Arbeiten, die dem eigentlichen Werkunterricht als vorbereitend dienen, kann man als Vasteln bezeichnen, während im Werkunterricht nach Zeichnung gebaut wird. Daher ist es nötig, daß die Jungen auch eine Zeichnung zunächst im Maßstab 1:1 lesen und selbst anfertigen können. Hier haben Rechen- und Raumlehre-Unterricht den Zeichen-, Modellbau- und Werkunterricht zu unterstützen und ihre Aufgaben aus diesem praktischen Gebiet zu wählen. Häufig habe ich feststellen müssen, daß dem Jungen bei der praktischen Arbeit erst zum Bewußtsein kam, daß er für das Leben und nicht für die Schule lernt, wenn er sein Wissen hier anwenden konnte. Er merkt die Verbundenheit der Schule mit dem Leben und seinem späteren Beruf, ganz gleich, in welches Handwerk er hineingeht. Nach den ersten Zeichnungen natürlicher Größe wird er auch maßstäbliche Zeichnungen verstehen, zeichnen lernen und danach arbeiten können und sich später seine Entwürfe und Zeichnungen zu eigenen Konstruktionen anfertigen, wenn er nach gründlicher Ausbildung an den im Arbeitsplan des Erlasses aufgeführten Modellen seine praktischen und theoretischen Kenntnisse erworben hat. Anfangs wird er zwar Hilfe gebrauchen, dann aber sich ein gut dimensioniertes und den Gesetzen der Luftfahrt entsprechendes Modell konstruieren und zeichnen.

Die im Erlaß aufgeführten Modelle führen ihn stufenweise in alle Techniken ein, „die werkgerecht unter Berücksichtigung der im Flugzeugbau geltenden Vorschriften durchgeführt werden müssen“. Beim Bau der einzelnen Teile werden die nötigen theoretischen Anweisungen über Widerstand, Auftrieb, Ein- und Anstellwinkel, Stabilität, Strömung usw. veranschaulicht und beim Einfliegen bestätigt. Nach meiner Meinung sollte man sich davor hüten, allzuviel Wissenschaft zu zapfen. Der Junge will bauen und will Erfolge sehen und wird bei dieser Gelegenheit seine Erfahrungen und Anschauungen durch einfache Versuche mit einfachsten Geräten, die sich jeder leicht selbst herstellen kann, selbst sammeln und unterstützen sehen. So begreift er bald, welche Fehler er gemacht hat und wie er in sein Modell bessere fliegerische Eigenschaften hineinbauen kann. Mit dieser Art der Theorie (Bau-Theorie) habe ich die besten Erfahrungen gemacht. Natürlich kann die Naturkunde diese Gebiete als Spezialaufgaben dem Jungen im einzelnen noch gründlicher auseinandersetzen. In diesem Sinne drückt sich auch der Erlaß über den theoretischen Unterricht aus. Es heißt dort: „Während des Baues wird die flugphysikalische Begriffswelt in propädeutischer Form mitgeteilt und allmählich die Fachausdrücke für den Zellenaufbau im Vergleich zum großen Flugzeug hinzugefügt“. Die eigentliche Physik des Fliegens, wie sie in dem „großen Schütt“<sup>4</sup> behandelt wird, geht über den Rahmen der Modellbauer, die im Erlaß U III. 10/34 Anl. 3 gemeint sind, hinaus. Die Wissenschaft gehört in die Luftfahrtlehrgänge der Berufs- und höheren Schulen, dem Jungen wird zuviel Theorie die Lust an der Arbeit nehmen und seine Begeisterung herabdrücken. Lassen wir die Jungen

<sup>4</sup> Physik des Fliegens, Prof. Dr. R. Schütt.

erst fleißig bauen und ihre Modelle probieren. Dabei stoßen sie auf so viele *Weshalb* und *Warum*, daß man kaum soviel beantworten kann, wie in bezug auf Physik des Fliegens, Verwendung von Baustoffen usw. gefragt wird. Der Modellbaulehrer müßte in Verbindung mit dem Physiklehrer (ideal ist es, wenn der Werklehrer gleichzeitig Physikunterricht erteilt) sich die nötigen einfachen Geräte selbst herstellen, um die Fragen der Jungen anschaulich beantworten und vertiefen zu können. Als Unterlage zur Herstellung sind die Abbildungen aus den Büchern von Schütt zu verwenden. (Auf Seite 5 Anl. 1 des Erlasses wird darauf hingewiesen.) Zur Erhöhung des Interesses sind interne Wettbewerbe von größtem Wert. Zur weiteren Anregung sind größere Modellwettbewerbe, Flugplätze, Flugveranstaltungen usw. zu besuchen. Hier lernt der Junge an einem Tage häufig mehr als in einem Jahre in seiner engen Werkstatt.

#### 4. Praktische Durchführung des ordnungsmäßigen Modellbaues

Daß es zur Durchführung des ordnungsmäßigen Modellbaues einer großartigen Spezialwerkstatt (wenn vorhanden um so besser) nicht bedarf, ist schon erwähnt. Jede vorhandene Werkstatt in der Schule, ob für Holz, Pappe, Metall, ist geeignet. „Aushilfsweise und im Ausnahmefalle können Klassenzimmer oder Zeichensäle als Ersatz dienen“, wenn sie, wie schon angedeutet, ausgestattet werden. Auch in behelfsmäßigen Werkstätten läßt sich etwas Ordentliches schaffen, wenn nur der Wille und das Interesse vorhanden sind. Aus meiner kleinen Werkstatt —  $5 \times 6$  m — ist eine ganze Reihe von Modellen hervorgegangen, die seit 1932 an allen Reichsmodellwettbewerben für Modelle mit und ohne Antrieb mit gutem Erfolge teilgenommen haben.

Grundlegend wichtiger als die Werkstattfrage ist die Heranbildung von interessierten Lehrern — die auch gern ihre außerstundenplanmäßige Zeit der willigen Jugend zur Sicherstellung des Fliegernachwuchses bereitstellen — mit praktischem Können und theoretischem Wissen. Diese Voraussetzung geht jetzt ihrer Lösung entgegen, indem auf Grund des Erlasses in Modellbaukursen der Behörden und des deutschen Luftsportverbandes Lehrer ausgebildet werden. Soweit Werklehrer vorhanden sind, kämen sie wohl zuerst in Frage, da ihnen die handwerkliche und technische Seite keine Schwierigkeiten bereitet. Wenn sich dann der Physiker und Mathematiker mit einspannen, muß sich die Forderung des Erlasses, wie sie anfangs gestellt ist, voll verwirklichen lassen.

Außer tüchtigen und begeisterten Modellbaulehrern — ist brauchbares Handwerkszeug die zweite Bedingung. Auf Seite 19, Anl. 3 schreibt der Erlaß die benötigten Werkzeuge vor. Die geforderten Werkzeuge müssen mit dem Gütezeichen „Dreipilz“ gestempelt sein. Dies Zeichen garantiert die Einhaltung der vom Prüfausschuß für Unterrichts- und Anschauungsgeräte vorgeschriebenen Maße, Qualitätsbestimmungen und Preise der Werkzeuge für den Flugmodellbau. Die Werk-

zeuge sind einzeln oder als Schrank mit vollständiger Ausrüstung durch alle Eisenwarenhandlungen, die der Wirtschaftsgruppe Einzelhandel angeschlossen sind, zu beziehen.

Über Quellen zur Beschaffung von Werkstoffen wird der ausgebildete Modellbaulehrer genügend unterrichtet worden sein, da ich aus Erfahrung weiß, daß diese Frage alle am meisten interessierte. Dabei sei noch erwähnt, daß „Diplom“, das neue deutsche Bespannpapier (Hersteller Schöller & Bausch, Berlin W, Potsdamer Str.), an Hunderten von Modellen aller Art von mir mit bestem Erfolg ausprobiert worden ist. Dabei stellte sich heraus, daß dieses Papier alle Eigenschaften des teureren Japanpapieres in sich vereinigt (außerdem ist es viel billiger und deutsches Erzeugnis), ja noch übertrifft.

Die zur Arbeit benötigten Baupläne und Literatur sind im Verzeichnis aufgeführt.

Über alle Fragen, die den Modellbauer und den Unterricht in bezug auf die Luftfahrt angehen, gibt die Zeitschrift „Luftfahrt und Schule“, die in keiner Schulbibliothek fehlen dürfte, Anregung und Förderung (Voldmann, Charlottenburg).

Deutscher Lehrer! Erfülle Deine Aufgabe an der deutschen Jugend und somit zur Sicherung Deines Vaterlandes! Es ist Deine nationalsozialistische Pflicht!

Wer dem Luftsport dient, hilft dem Vaterlande!

## Literaturverzeichnis für den theoretischen und praktischen Modellbauunterricht

### I. Theoretischer Unterricht:

1. Prof. Dr. R. Schütt, Physik des Fliegens (Für die Hand des Lehrers). RM. 4.—.
2. Prof. Dr. R. Schütt, Grundriß der Luftfahrt. Unterstufe Ausg. A. RM. 0.68.
3. Prof. Dr. R. Schütt, Grundriß der Luftfahrt. Oberstufe Ausg. B. RM. 0.96.
4. 20 Lehrtafeln von Kurrer (Beschaffungsstelle der Dtsch. Luftsportverb. Berlin, Großformat). RM. 3.—.
5. Lehrbuch von Kurrer (Beschaffungsst. des D. L. B.). RM. 1.20.
6. Datsch, Strömgerät. Berlin W 35, Potsdamer Str. 119. RM. 1.25.
7. Flieger-schulung in Bildern, v. Gettwart. RM. 3.—.

### II. Praktischer Unterricht:

- A. Modellbaubücher mit theoretischen und praktischen Anweisungen.
1. Stamer u. Lippisch, Teil I für Anfänger. RM. 1.80.
  2. Stamer u. Lippisch, Teil II für Fortgeschrittene. RM. 2.—.
  3. Winkler, Handbuch des Flugmodellbauers. RM. 3.—.
  4. Urfinus, Flugmodellbauunterricht. Eine prakt. Anleitung für den Modellbau. RM. 2.40.
  5. K. Müller, Konstruktion u. Selbstbau von Luftschrauben. RM. 0.75.
  6. Winkler, Das Hochleistungssegelflugmodell. RM. 1.80.
  7. K. Möbius, Verschiedene Drachen. Schreiber, Eslingen. RM. 1.—.



8. *K. Anders*, Flugmodellbau. Seine Theorie, Praxis und Methodik. Kart. RM. 2.—. Quelle & Meyer, Leipzig.

B. Modellbaupläne mit ausführlichen Beschreibungen in Gruppen nach Art und Schwierigkeiten geordnet.

#### Drachen:

1. Möbius, Verschiedene Drachen. Verlag Schreiber, Eßlingen. RM. 1.—.
2. Bauplan 7. Zusammenlegbare Flugdrachen in Vogel- u. Flugzeugform v. Wächter. RM. 0.80.
3. Bauplan 10. Drachen u. Segler v. Horstenke u. Wächter. RM. 0.80.

#### Segelmodelle:

1. Bauplan 13. Gleitflugmodelle aus Papier u. Pappe v. Winkler. RM. 0.25.
2. Rief in die Welt. Beschaffungsstelle des Dtsch. Luftsportverb. Berlin, Hasenheide 5/6. RM. 0,05.
3. Deutsches Einheitsmodell v. Winkler (Beschaffungsstelle des Dtsch. Luftsportverb.). Berlin, Hasenheide. 5/6. RM. 0,05.
4. Bauplan 5. Schüler-Segelflugmodell Winkler. RM. 0.60.
5. Helm-Taube. *K. Müller*. Modell aus Pappe und Leisten 95 cm. Spannweite — erschienen bei Köhler, Berlin. RM. 0.40.
6. Bauplan 14. Segelflugmodell Grunau II und Wettbewerbsmodell (Doppelbauplan). *K. Müller*. RM. 1.20. Sieger im Rhönwettbewerb 1934.
7. Segelmodell Baby, Kirsche. Verlag Klasing, Berlin, Potsdamer Str. RM. 0.60.
8. Segelmodell Strolch, Kirsche. Verlag Klasing, Berlin, Potsdamer Str. RM. 1.—.
9. Bauplan 1. Segelflug-Rumpfmödel v. Gentsch. RM. 1.20.
10. Bauplan 9. Nurflügel-Segelflugmodell v. Udenaw. RM. 1.80.

#### Motorflugmodelle:

1. Bauplan 6. Stabmodell v. Schalk. RM. 0.60.
2. Bauplan 6a. Stabmodell Jo 40. *K. Müller*. RM. 0.80.
3. Bauplan 3. Stabentenmodell v. Schalk. RM. 0.80.
4. Bauplan. 32. Rumpfmödel mit verschiebbarem Flügel „Pommerland“ v. *K. Müller*. Neu! Segel- und Motormödel, Profilflügel. RM. 1.—.
5. Bauplan 4. Rumpfmödel v. Pritschow. RM. 1.20.
6. Bauplan 8. Schulterdecker v. Polzin. RM. 1.20.
7. Bauplan 15. Rumpfkorbmodell, Lippmann. RM. 1.40.
8. Bauplan 17. Rumpffente Jo 80, *Müller*. RM. 1.—. I. Sieger beim Reichsmödelwettbewerb 1934 in Hannover.

Alle Bücher und Pläne, bei denen kein Verlag angegeben ist, sind bei Volkmann, Berlin-Charlottenburg, Knefbeckstr. 18/19, erschienen.

Über Neuererscheinungen von Literatur und Bauplänen unterrichtet die Zeitschrift „Luftfahrt und Schule“.

# Flugwissenschaftliche Arbeitsgemeinschaft

Von Willy Risse

Dem Folgenden ist die Annahme zugrunde gelegt, daß die Flugwissenschaftliche Arbeitsgemeinschaft sich auf einen Klassenunterricht in der Fluglehre stützen kann. Dieser wird naturgemäß nicht sehr in die Tiefe gehen können, da er, im Rahmen des Gesamtpensums der Physik gesehen, nur einen Teil der Mechanik ausmacht und der Physikunterricht auf der Oberstufe auf den meisten höheren Schulen leider auf drei Halbjahre beschränkt worden ist.

Es wird daher der Flugwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft die wichtige Aufgabe zufallen, einer zunächst größeren Zahl interessierter Schüler die Möglichkeit zu geben, die schon erworbenen Kenntnisse zu befestigen und zu erweitern. Darüber hinaus jedoch soll sie die wenigen hoch Befähigten und Begabten ganz besonders fördern, damit diese ihre Kräfte erkennen und bei der Berufswahl berücksichtigen. Gerade mit Rücksicht auf dieses letzte Ziel wird man die rein theoretischen Erörterungen mehr zurückstellen und vorzugsweise solche Aufgaben behandeln lassen, die in Beziehung zur Praxis stehen, sei es, daß man sich den Problemen des Segelfluges zuwendet oder daß man versucht, den Motorflug und seine Fortschritte zu verstehen. Ebenso wünschenswert ist es, den Modellflugzeugbau zu berücksichtigen. Die Befähigten ermuntere man, das Gelernte zu verwenden und erhebe so den Modellbau durch Erfüllung mit wissenschaftlichem Geist über die Stufe des gedankenlosen Nachbauens.

Es kann nun hier nicht die Aufgabe sein, das gesamte Stoffgebiet der Aerodynamik, der Fluglehre und der Flugzeugbaukunde unserm Zwecke entsprechend zu gestalten. Dazu würde weder der zur Verfügung stehende Raum noch die Zeit reichen. Zudem ist es klar, daß jeder Lehrer in dieser jungen und mit Riesenschritten fortschreitenden Wissenschaft mehr oder weniger Anfänger ist. So soll denn nur an Hand einiger Beispiele gezeigt werden, wie man den noch von keiner Theorie beschwerten Schüler durch eigene oder gemeinsame Arbeit einen tieferen Einblick in die Dinge gewinnen lassen kann. Nach einer mehr grundlegenden Einführung der Luftkräfte und des Polardiagramms soll versucht werden, die Tragflügeltheorie durch Schülerversuche zu erschließen.

## 1. Saug- und Druckkräfte am Tragflügel; Polardiagramme

Jeder Teilnehmer der Flugwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft muß einmal die Luftkraft an möglichst vielen Stellen eines Profils gemessen und danach ein Übersichtsbild gezeichnet haben. Ein geschickter Schüler verfertigt das dazu nötige Profil aus Er-

lenholz (Abb. 1 u. 2); es sei etwa 12 cm tief, 8 cm breit und 2,5 cm dick; es genügt, wenn es unten eben bleibt. Nun bohrt man mit einem Spiralbohrer von 4 mm Durchmesser möglichst viele parallele Löcher von der Seite bis zur Mitte und von der Außenfläche ebenso viele etwa 0,8 mm weite Löcher, welche die andern treffen. Mittels eines dünnen Gummischlauches, in dessen eines Ende man ein Messingröhrchen von 4 mm Durchmesser steckt, kann nun jede einzelne Meßstelle der Profilfläche mit dem Mikromanometer verbunden werden. In die andere Seite wird eine Achse von ~ 12 mm Durchmesser gesteckt, mit der man das Profil in ein Stativ einspannt. Da das Verhalten einer Tragfläche von so geringer Spannweite im Verhältnis zur Flächentiefe bereits erheblich von demjenigen eines Profils mit großer Spannweite abweicht, empfiehlt es sich, an dem Modell seitlich ebene Endscheiben (aus dünnem Blech oder Sperrholz mit angeschärften Kändern) anzubringen, die nach oben und unten etwa bis an den Stahlrand reichen.

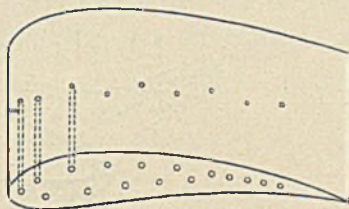


Abb. 1.

Die Ergebnisse lasse man bildlich darstellen, am besten in einer Zeichnung, die den Umriss des Profils selbst enthält (Abb. 2). An jeder Stelle wird der gemessene Wert als senkrecht auf der Fläche stehender Pfeil von entsprechender Länge eingezeichnet. Die Abb. 2a—e sind so erhalten. Sie zeigen u. a., wie überraschend stark die Nullpunkte mit dem Staupunkt herumrutschen. Der Widerstand des Profils wächst kaum mit dem Anstellwinkel. Später, S. 264, werden wir sehen, daß wir es hier in der Hauptsache nur mit dem „Profilwiderstand“ zu tun haben, da der andere Teil, der mit dem Anstellwinkel stark wachsende induzierte Widerstand, durch die Endscheiben zu einem großen Teil ausgeschaltet ist. Auch ist ohne Rechnung zu erkennen, daß bei +20° und 30° der Borderrand stark angehoben, bei -20° abwärts gedrückt wird, was für das Verständnis der Druckpunktswanderung wertvoll ist. Überraschend gut kommt auch das Abreißen der Strömung in dem starken Sogabfall bei  $\alpha = 30^\circ$  zum Ausdruck. Die 3 Stromlinien jeder Figur, von denen die mittlere zum Staupunkt führt, sind mit der Bernoullischen Gleichung berechnet worden, was für einen befähigten Schüler ebenfalls eine interessante Aufgabe sein dürfte.

$$\begin{aligned}
 p_0 + q_0 &= p_1 + q_1 \\
 q_1 &= q_0 + (p_0 - p_1) \\
 \frac{1}{16} v_1^2 &= (q_0 + (p_0 - p_1)) \\
 v_1 &= 4 \sqrt{q_0 + (p_0 - p_1)}
 \end{aligned}$$

Für den Punkt des stärksten Unterdrucks der Fig. 2e (-10,5 mm) ist

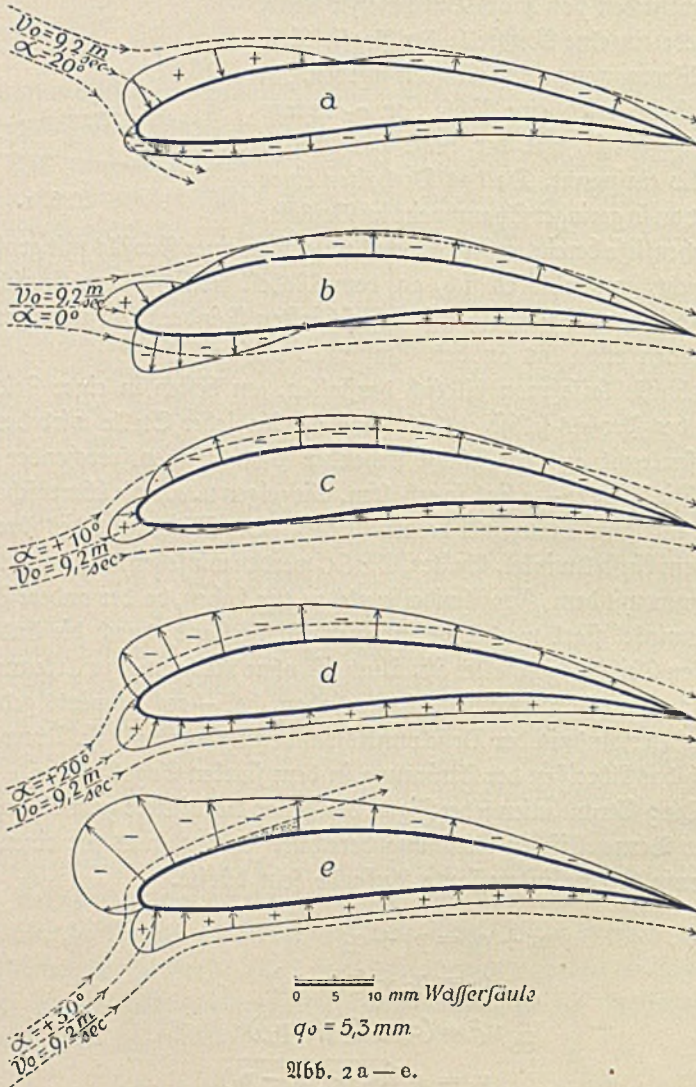
$$\begin{aligned}
 v_1 &= 4 \sqrt{5,3 + 10,5} \\
 &= 15,9 \text{ m/sec}
 \end{aligned}$$

Sind  $b_0$  und  $b_1$  die Abstände zweier Stromlinien weit vor der Fläche und im fraglichen Punkte, so ist

$$b_0 v_0 = b_1 v_1,$$

also mit  $b_0 = 5 \text{ mm}$   $b_1 = b_0 \frac{v_0}{v_1} = 5 \cdot \frac{9,2}{15,9}$

$$b_1 = 2,9 \text{ mm}$$



Zur Erklärung der gefundenen Über- und Unterdrücke wendet man gewöhnlich das Gesetz von Bernoulli an, indem man zunächst aus dem geringeren und weiteren Abstände der Stromlinien auf die Verschiedenheit der Geschwindigkeit und hieraus auf den verschiedenen statischen Druck schließt. Obwohl es auch einwand-

freie Ableitungen der Bernoullischen Gleichung gibt, ist es nützlich, den Elementarkräften nachzugehen, welche auf die längs den Stromlinien sich bewegenden Luftteilchen wirken.

Wendet die Stromlinie dem betrachteten Flächenstück die konkave (hohle) Seite (Abb. 3 oben) zu, so wird an der Fläche im allgemeinen Unterdruck herrschen, der sich allmählich nach außen hin mit der Abnahme der Krümmung ver-

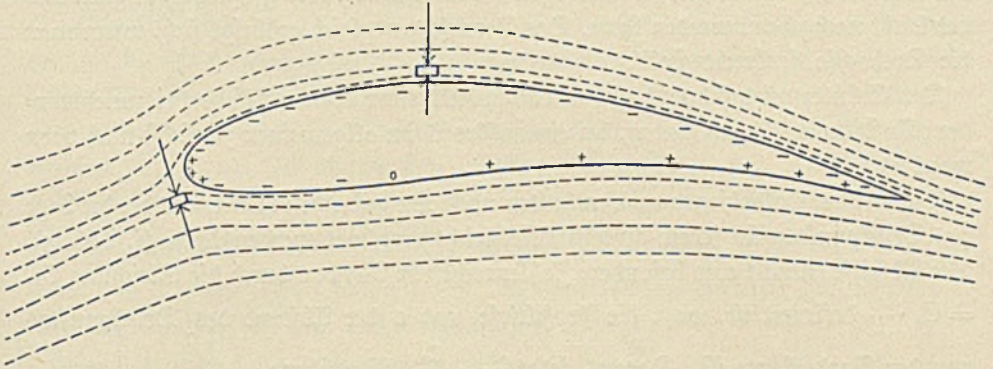


Abb. 3.

liert; denn ohne diese Querkraft ist das Verlassen des geraden Weges nicht denkbar. Im andern Falle, z. B. an der Nase des Profils, werden die Teilchen vom geraden Wege nach außen abgelenkt; es muß also der Druck an der Fläche größer sein als außen. Mehr noch: je schärfer die Krümmung der Stromlinie, desto größer die Druckdifferenz; denn sie ist gleich der Zentrifugalkraft des dazwischen liegenden Luftplättchens,  $K = \frac{m v^2}{r}$ . Meines Erachtens wird durch diese elementare Betrachtung der Einblick in die Strömungslehre vertieft.

Besonders lehrreich ist die Untersuchung der Druckverhältnisse an der Profilnase, wo der Staupunkt mit dem höchsten Staudruck und darüber eine Stelle starken Unterdrucks dicht beieinander liegen, getrennt durch den neutralen Punkt mit dem Überdruck 0. Man lasse dazu ein vergrößertes Modell der Profilnase herstellen und versehe es mit dicht beieinander liegenden Bohrungen (Abb. 4). Die Ergebnisse bei verschiedenen Anstellwinkeln zeigen das Wandern der genannten Stellen; wovon man sich, auch ohne umzustecken, durch allmähliches Drehen des Profils überzeugen kann.

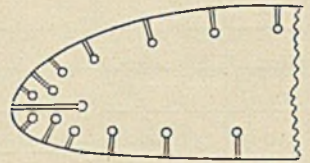


Abb. 4.

Im Hinblick auf die Abb. 2 mögen dem Schüler Zweifel auftauchen, ob alle die vielen divergenten Luftkräfte eine Resultante haben. Der Beweis ist nicht schwer zu führen, indem man erst von zwei Teilkräften ausgeht und nach der Vereinigung die dritte hinzufügt uff.

Die Messungen mit der Komponentenwaage bestätigen dies. Das Kräfteparallelogramm gibt für alle Paare zusammengehöriger Werte  $L_a$  und  $L_w$  eine nach Größe und Richtung bestimmte Resultante, sagt jedoch nichts über die Lage des Angriffspunkts, besser des Schnittpunkts der Wirkungsgeraden mit der Fläche, der Druckmittelpunkt oder Druckpunkt genannt wird.

Die Untersuchung der Lage des Druckpunktes erfordert einen besonderen Apparat, wie ihn etwa Fricke in den „Grundlagen der Luftfahrt“, III. Fluglehre, angibt, und der leicht nachgebaut werden kann. Der Gewichtsausgleich erübrigt sich, wenn man die Drehachse senkrecht stellt.

Der Schüler wird sehen, daß der Druckpunkt einer ebenen Fläche bei zunehmendem Anstellwinkel nach hinten, bei einem Profil im allgemeinen zunächst nach vorn wandert.

Die meisten Polardiagramme enthalten noch eine gestrichelte Linie, aus der die Lage des Druckpunkts für jeden Anstellwinkel leicht errechnet werden kann (s. Abb. 5). Die Abszisse enthält eine besondere Zahlenreihe für  $C_m$ , das durch die Gleichung  $C_m = C_a \cdot \frac{e}{t}$  definiert ist, wo  $t$  die Profiltiefe und  $e$  der Abstand des Druckpunktes von der Vorderkante ist. Daraus folgt  $\frac{e}{t} = \frac{C_m}{C_a}$ . Wir üben:

$$\text{für } \alpha = 4^\circ \text{ ist } \frac{e}{t} \sim \frac{22}{56} = 0,40$$

$$\text{„ } \alpha = 6^\circ \text{ „ } \frac{e}{t} \sim \frac{24}{70} = 0,34$$

$$\text{„ } \alpha = 11^\circ \text{ „ } \frac{e}{t} \sim \frac{32}{100} = 0,32$$

Vielleicht ist es didaktisch richtiger, von der Druckpunktswanderung erst dann zu sprechen, wenn man sie braucht; also etwa im Zusammenhang mit der Erörterung der Längsstabilität eines Flugzeugs.

Trotz der Fülle der käuflichen Komponentenwaagen sei die zu allen hier erwähnten Messungen benutzte wenigstens im Lichtbild (s. S. 269) vorgeführt, da sie sich seit vielen Jahren im Verein mit dem ebenfalls in der Schule gebauten Windkanal durch bequeme und schnelle Handhabung sowie durch ausreichende Genauigkeit bewährt hat. Die Tragfläche wird unter Zwischenschaltung eines Kniegelenks auf den Mittelstab gesteckt, der An-

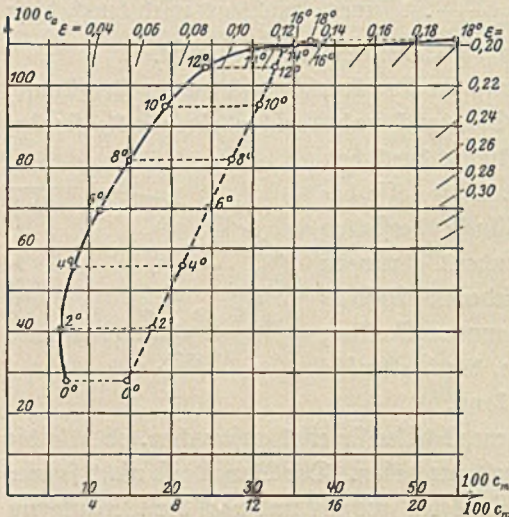


Abb. 5.

stellwinkel durch Gegenhalten eines mit einem kleinen Lot versehenen Winkelmessers gemessen. Bei Widerstandsmessungen wird die Waage in horizontaler Lage verwendet. Längere Versuchskörper, etwa ein Stromlinienkörper von  $\frac{1}{2}$  m Länge, können unten horizontal angehängt werden.

### Das Polar diagramm

eines Profils gibt zunächst einen unmittelbaren Überblick über Größe und Richtung der auf die Flächeneinheit bei der Staudruckeinheit wirkenden Luftkraft  $L$  innerhalb eines bestimmten Bereichs des Anstellwinkels; dies jedoch nur dann, wenn die Komponenten  $c_a$  und  $c_w$  im gleichen Maßstab eingetragen sind, das Polar diagramm also unverzerrt ist (Fig. 6). Im andern Fall muß der Winkel  $\beta$ , um den die Luftkraft von der Vertikalen, richtiger von der auf der Strömungsrichtung errichteten Senkrechten abweicht, aus der Formel  $\text{tg } \beta = \frac{L_w}{L_a}$  errechnet werden. Man spricht daher zuweilen nicht von der Auftriebs-, sondern von der Quertriebskomponente und schreibt  $L_q$  statt  $L_a$ . Im Falle der Fig. 8 ist  $L$  lotrecht und nicht  $L_q$ .

Unter allen Anstellwinkeln gibt es einen, für den  $\frac{L_w}{L_a}$ , also auch  $\beta$ , ein Minimum hat; in der Fig. ist dies der Winkel  $\beta_0$ .

Zwar ist für größere Anstellwinkel der absolute Wert von  $L_q$  größer, doch kann man durch Vergrößerung der Tragfläche auch bei kleinem Anstellwinkel gemäß der Formel  $L_q = c_a \cdot F \cdot q^2$  jeden nötigen Wert erhalten.

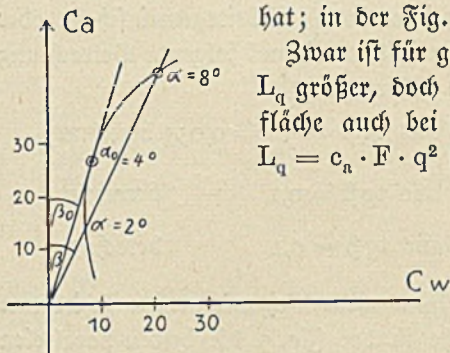


Abb. 6.

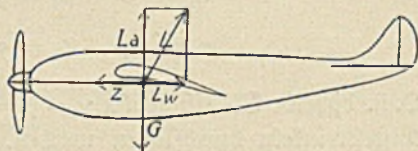


Abb. 7.

Um die Bedeutung von  $\beta_0$  für den Motorflug zu erkennen, nehmen wir zunächst an, daß die Richtungen der Kräfte  $G$ ,  $L$  und  $Z$  durch den Schwerpunkt gehen (Abb. 7). Zerlegt man  $L$  quer zum Gegenwind, diesmal also nach der Vertikalen und Horizontalen in die Komponente  $L_a$  und  $L_w$  und ist ferner  $L_a = G$ ,  $L_w = Z$ , so verharrt das Flugzeug in diesem Flugzustand. Ist dabei die Tragfläche schon so angebracht, daß sie im ausgezeichneten Anstellwinkel  $\alpha_0$  angeblasen wird, für den  $\frac{L_w}{L_a} = \text{tg } \beta_0$  ein Minimum ist, dann hat  $L_w$ , also auch  $Z$  den kleinsten Wert; wir kommen mit der kleinsten Motorkraft aus.

Welche Bedeutung hat nun der Winkel  $\beta_0$  und der zugehörige Anstellwinkel  $\alpha_0$  für den Segelflug?

Die Fig. 8 stellt die Verhältnisse beim Gleitflug dar.  $\gamma$  ist der Gleitwinkel,  $\alpha$  der Anstellwinkel.

Nicht  $L_q$ , sondern  $L$  ist hier die Kraft, die  $G$  aufhebt. Der Flugzustand ändert sich nicht; die Geschwindigkeit, die  $L$  erzeugte, bleibt erhalten. Natürlich heben sich auch die Komponenten auf  $G_q = L_q$ ;  $G_z = L_w$ .

Ferner ist  $\beta = \gamma$ , als Winkel, deren Schenkel aufeinander senkrecht stehen. Je

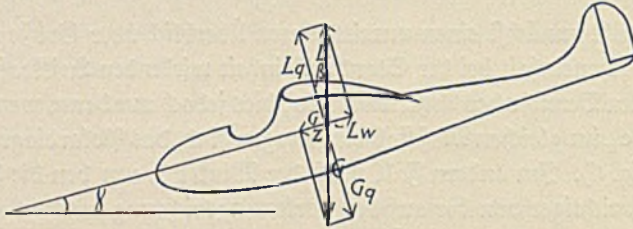


Abb. 8.

kleiner also  $\beta$ , desto kleiner der Gleitwinkel  $\gamma$ . Wir erkennen nun erst die Bedeutung von  $\beta_0$ ; es ist der kleinste Gleitwinkel.

Hat man einen oder gar mehrere Segelflieger in der Arbeitsgemeinschaft, oder solche, die es werden wollen, so kann man mit ihnen einmal folgende Betrachtung durchführen. Im Polardiagramm (Abb. 5) gehört zu

$$\alpha_0 = 4^\circ \quad \beta_0 = 3,2^\circ \quad \text{aus } \operatorname{tg} \beta = \frac{3,2}{56} = 0,055 \text{ berechnet,}$$

$$\alpha_1 = 0^\circ \quad \beta_1 = 5,8^\circ \quad \text{aus } \operatorname{tg} \beta = 0,1 \quad \text{berechnet,}$$

$$\alpha_2 = 13^\circ \quad \beta_2 = 5,8^\circ \quad \text{aus } \operatorname{tg} \beta = 0,1 \quad \text{berechnet.}$$

D. h. dieselbe Gleitflughahn  $\gamma = \beta = 5,8^\circ$  kann theoretisch mit zwei verschiedenen Anstellwinkeln durchflogen werden. (Siehe in der Fig. 9 die beiden parallelen Mittelstücke!)

Die nächste Frage wäre nun, wie der Segelflieger das anstellt.

Angenommen, er gleite beim Anstellwinkel  $\alpha_0 = 4^\circ$  und dem kleinsten Gleitwinkel  $\beta = 3,2^\circ$  (die Abänderung in  $6,3^\circ$  ist S. 248 erklärt) abwärts und soll nun zu  $\alpha_1 = 0^\circ$  und  $\beta_1 = 5,8^\circ$  übergehen.

Da sich  $\alpha$  um  $4^\circ$  und  $\beta$  um  $5,8^\circ - 3,2^\circ = 2,6^\circ$  ändert, kann die Flugzeugachse nicht mehr mit der Gegenwindrichtung übereinstimmen. Anders: Angenommen er drehe das Flugzeug zunächst um  $5,8^\circ - 3,2^\circ = 2,6^\circ$ , dann stimmt seine Achse mit der neuen Flugrichtung überein. Wir haben dann einen neuen Anstellwinkel von  $4^\circ - 2,6^\circ = 1,4^\circ$ . Um ihn, wie verlangt, auf  $0^\circ$  zu bringen, müssen wir die Drehung um  $1,4^\circ$  fortsetzen; die Flugzeugachse zeigt dann sozusagen einen negativen Anstellwinkel von  $-1,4^\circ$  mit der alten Gegenwindrichtung. Bei der Drehung nun wird  $L_q$  immer kleiner, die resultierende Luftkraft also ebenfalls, so daß der auf-



tretende Überschuß von  $G$  eine ständig wachsende vertikale Geschwindigkeitskomponente erzeugt, die die Gesamtgeschwindigkeit steigert. Mit wachsender Geschwindigkeit aber erstarkt  $L$ , so daß schließlich der Gleitwinkel  $\beta = \gamma = 5,8^\circ$  bei  $\alpha = 0^\circ$  innegehalten werden kann. Das Auftreten des negativen „Anstellwinkels“ der Flugzeugachse macht ein dauerndes geringes Ruderlegen nötig, da die Höhenflosse sonst das Flugzeug in die Bewegungsrichtung zurückdrehen würde.

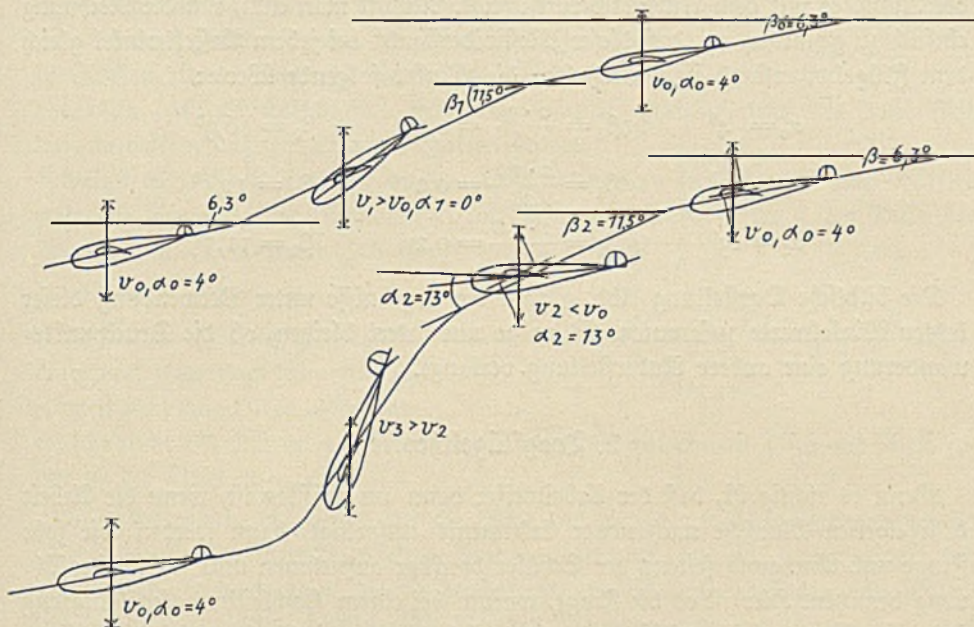


Abb. 9.

Was ist andererseits zu tun, um aus dem flachsten Gleitflug  $\alpha_0 = 4^\circ$ ,  $\beta_0 = \gamma_0 = 3,2^\circ$  zu  $\beta_2 = \gamma_2 = 5,8^\circ$  und  $\alpha_2 = 13^\circ$  überzugehen?

Offenbar müssen wir nun „ziehen“, also das Flugzeug etwas aufrichten. Zunächst denken wir uns die Drehung um  $13^\circ - 4^\circ = 9^\circ$  ausgeführt. Da aber beim steileren Gleitwinkel  $\gamma_2 = 5,8^\circ$  der Gegenwind um  $2,6^\circ$  mehr von unten kommt, brauche ich das Flugzeug nur um  $9^\circ - 2,6^\circ = 6,4^\circ$  aufzurichten. Seine Achse schließt dann mit der Gegenwindrichtung den Winkel von  $9^\circ$  ein. Diese Stellung muß also durch dauernden Ruderdruck erzwungen werden. Mit wachsendem  $\alpha$  werden  $L_q$  und  $L_w$  und damit  $L$  größer.  $L$  wird größer als  $G$ , das Flugzeug steigt, dabei wird die Bewegung langsamer, bis wiederum  $L = G$  ist. Hierbei besteht die Gefahr, daß der Flieger „absackt“, weil bei einer ungewollt noch stärkeren Vergrößerung des Anstellwinkels die Komponente  $L_w$  in stärkerem Maße zunimmt als  $L_q$ .

Kann man aus diesem gefährlichen Zustand wieder zum günstigen Gleitwinkel  $\beta_0$  übergehen?

Der Segelflieger weiß, daß er zunächst „drücken“ muß. Falls das Flugzeug dem Ruder noch gehorcht, wird mit abnehmendem  $\alpha$  L kleiner als G. Die Geschwindigkeit wird zunehmen, die Bahn steiler werden, bis man nach hinlänglichem Erstarren der Luftkraft L wieder in die flachere Bahn einlenken kann, wenn man noch unter sich hinreichend Luftraum hat.

Bei diesen Untersuchungen wurde nur der Widerstand der Tragflügel, nicht der des Rumpfes mit dem Leitwerk berücksichtigt. Nimmt man nun, um die Rechnung einfach zu gestalten, an, daß dieser „Nestwiderstand“ bei jedem Anstellwinkel gleich dem Flügelwiderstand ist, so erhalten die Winkel folgende Werte:

$$\begin{array}{lll} \alpha_0 = 4^\circ & \operatorname{tg} \beta_0 = \frac{2 \cdot 3,2}{56} = 0,11 & \beta_0 = 6,3^\circ \\ \alpha_1 = 0^\circ & \operatorname{tg} \beta_1 = \frac{2 \cdot 2,8}{28} = 0,2 & \beta_1 = 11,5^\circ \\ \alpha_2 = 13^\circ & \operatorname{tg} \beta_2 = \frac{2 \cdot 2,8}{28} = 0,2 & \beta_2 = 11,5^\circ \end{array}$$

Die bildliche Darstellung Abb. 9 faßt die Ergebnisse unter Verwendung dieser letzten Winkelwerte zusammen. Es möge unerörtert bleiben, ob die Druckpunktswanderung eine andere Ruderstellung verlangt.

## 2. Tragflügeltheorie

Wenn es richtig ist, daß der Arbeitseifer dann am größten ist, wenn die Arbeit dem eigenen Wunsche nach neuer Erkenntnis entspringt, dann werden wir jede Frage und Anregung seitens der Schüler dankbar aufnehmen und zur Weiterführung benutzen. Hier ist es die Frage, warum bei einem Hochleistungssegelflugzeug so großer Wert auf schlanke Flügel gelegt wird, die uns die Sache am richtigen Ende anpacken hilft.

Es ist klar, daß man zunächst die anderen Schüler auf das Niveau des Fragestellers durch Vorlegung von Abbildungen und Zahlenangaben heben muß. Alsdann wird man zeigen müssen, daß der offenbar vorhandene Einfluß des Seitenverhältnisses mit der Theorie, soweit sie dem Schüler bekannt ist, nicht im Einklang steht.

Nach dieser berechnet man die Werte  $L_a$  und  $L_w$  aus den Formeln  $L_a = c_a \cdot q \cdot F$   $L_w = c_w \cdot q \cdot F$ , ohne auf das Seitenverhältnis Rücksicht zu nehmen.

Wollen wir durch Versuche Klarheit gewinnen, so erscheint es zunächst zweckmäßig, zwei Flächen gleichen Inhalts mit verschiedenem Seitenverhältnis (etwa 1 : 5 und 1 : 10) zu untersuchen. Das geht jedoch nicht, da es zu schwer ist, den beiden verschieden tiefen Flügeln dasselbe Profil zu geben. Dagegen kann ein geschickter Schüler eine einzige Leiste so bearbeiten, daß sie in allen Schnitten dasselbe Profil zeigt. Von dieser schneidet man zwei Stücke ab, deren Längen sich wie 1 : 2 verhalten. Nach der obenstehenden Gleichung muß dann der Auftrieb des kurzen Flügels halb so groß sein wie der des langen, gleiche Anstellwinkel vorausgesetzt.

Ausführung. Eine Leiste aus trockenem Erlenholz mit den Maßen  $40\text{ cm} \times 4\text{ cm} \times 1\text{ cm}$  sei vorhanden. Welches Profil sollen wir wählen? Dasjenige, das wir am sichersten durchgehend herstellen können, die Unterseite darf eben sein (s. Fig. 10). Wir hobeln die Leiste nach genauem Anreißen auf genau  $6\text{ mm}$  herunter, dann hobeln oder raspeln und feilen wir die Rundung oben und vorn und schleifen mit Sandpapier verschiedener Nummern, wobei wir nicht nur quer über die Kanten, sondern auch lang über die Fläche arbeiten, um überall dasselbe Profil zu erzielen. Dabei macht es nichts aus, daß der Anfang oder das Ende schließlich doch dicker oder dünner ausfällt, denn die Leiste ist so lang bemessen, daß die Enden abfallen können.

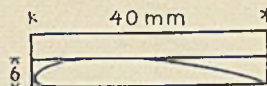


Abb. 10.

Reicht es trotzdem nur für die Länge, so kann man sie später in zwei Hälften zerlegen. Die gewählte Länge richtet sich nach dem Durchmesser  $d$  der Düse des Windkanals. In unserem Fall ist

$$l = 28\text{ cm} = \frac{4}{5} d.$$

Will man zuverlässig arbeiten, dann verfertige man sich von dem Flügelprofil eine Blech- oder Kartonschablone SS, lege die bearbeitete Leiste auf einen gut ebenen Tisch und prüfe sie, wie es die Figur 10a zeigt.



Abb. 10a.

Wir stecken nun die Fläche auf die schon auf S. 252 erwähnte Auftriebswaage, messen den Auftrieb für verschiedene Anstellwinkel von  $-5^\circ$  bis  $+25^\circ$ , danach den Widerstand, zeichnen dann die Auftriebskurve, die Widerstandskurve und schließlich das Polardiagramm (Abb. 11). Bei den Messungen ist darauf zu achten, daß sich die Windgeschwindigkeit nicht ändert; auch überzeugen wir uns davon, daß sie an allen Stellen des Düsenquerschnitts denselben Wert hat.

Unsere Tragfläche hat ein Auftriebsmaximum von  $63\text{ g}$  bei einem Staudruck von  $q = 6\text{ mm}$  Widerstand.

Mit einer feinen Säge zerschneiden wir nun die Fläche in zwei gleiche Teile, glätten die Kanten und untersuchen in derselben Weise jeden von ihnen, um zu sehen, ob sie gleichwertig sind. Der Vergleich zeigt nur unbedeutende Abweichungen, die auch auf unvermeidbare Fehler, wie ungenaue Winklereinstellung u. a. zurückgeführt werden können. Das Auftriebsmaximum vom halben Flügel ist  $27\text{ g}$ . Demgemäß müßte die doppelt lange nach der Formel den Wert  $54\text{ g}$  zeigen; gemessen wurde jedoch  $63\text{ g}$  (s. Abb. 11 a—c). Der Widerspruch ist unverkennbar und gewiß; denn Kontrollversuche mit zwei Flächen  $20\text{ cm} \times 5,4\text{ cm}$  und  $10\text{ cm} \times 5,4\text{ cm}$  von ungefähr ähnlichem Profil bestätigten das Ergebnis.

Diesen Widerspruch gilt es nun zu klären, natürlich durch neue Versuche.

Bisher haben die Schüler die Druckverteilung bei einem Profil nur im Mittelschnitt untersucht (vgl. Abb. 2) und wohl stillschweigend angenommen, daß für die Luftfahrt, Luftschub

andern Schnitte dieselben Werte gelten. Dies erscheint jedoch mindestens für die Ränder fraglich; hier muß der Hebel angefaßt werden.

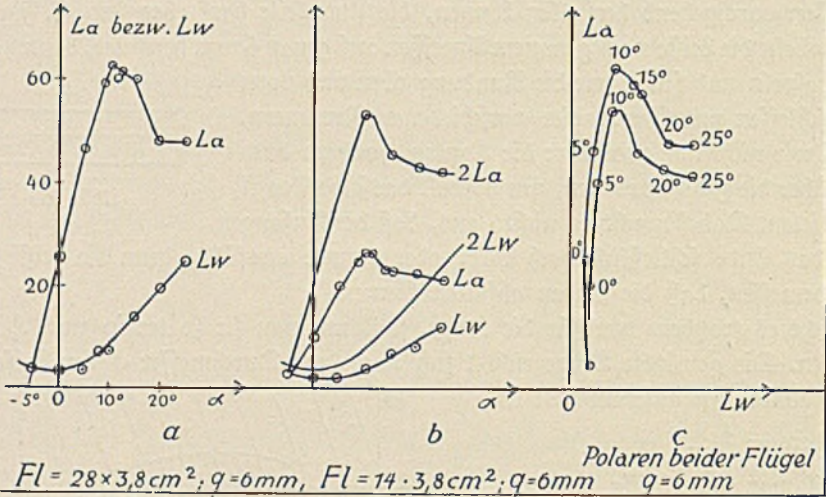


Abb. 11.

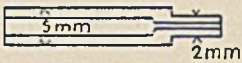
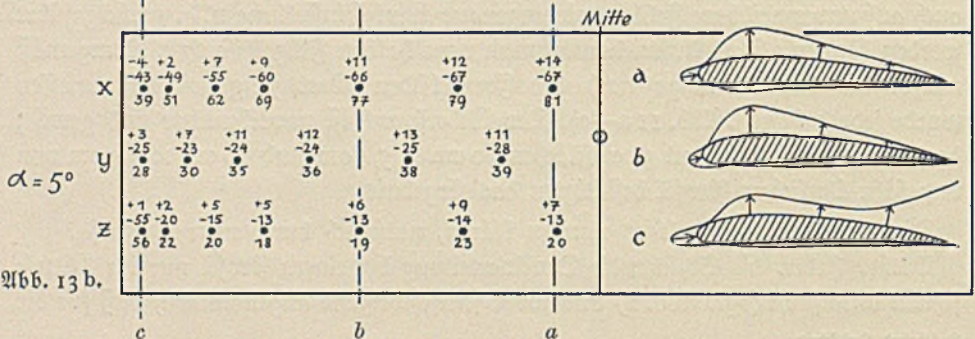
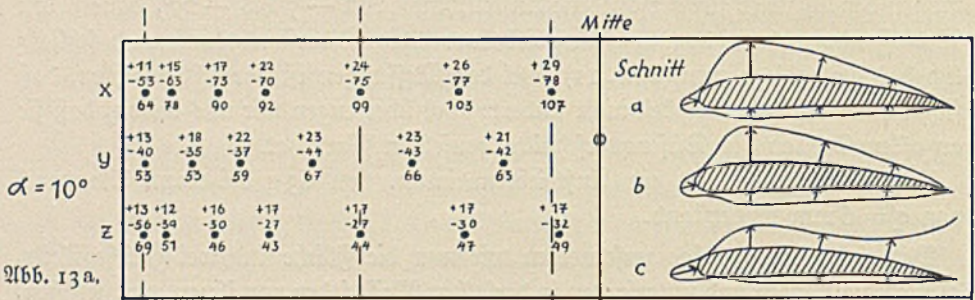


Abb. 12.

Frage: Ändern sich die Luftkräfte von der Mitte nach den Rändern hin?

Wir nehmen die dickere Fläche  $20 \times 5,4 \times 0,7 \text{ cm}$  und bohren durch sie senkrecht eine Anzahl Löcher von 2 mm



Durchmesser, wie es der Plan (Abb. 13) zeigt. Dann verfertigen wir uns auf der Drehbank ein Anschlußstück aus Messing (Abb. 12), das mit dem dünnen Ende fest in die Löcher hineinpafst und mit der andern Seite mittels eines Gummischlauches mit dem Mikromanometer verbunden werden kann.

Wir bringen nun den Tragflügel, mit der festgeklemmten Komponentenwaage als Stativ, in den Luftstrom und messen zunächst die Drücke auf der Unterseite, indem wir das Anschlußstück von oben her nacheinander in jedes der Löcher stecken, wobei wir uns vergewissern müssen, daß der Anstellwinkel immer der gleiche bleibt. Danach verfahren wir ebenso auf der Unterseite.

Die Ergebnisse tragen wir übersichtlich in einen Lageplan ein, so wie es die Abb. 13 a u. b zeigt, indem wir den Überdruck mit + über dem Loch und den Unterdruck darunter einschreiben. Die Differenz ergibt die Luftkraft. Die Abb. 13 a gilt für den Anstellwinkel  $\alpha = 10^\circ$ , Abb. 13 b für  $\alpha = 5^\circ$ .

Wir erkennen, daß die Drücke in allen sechs Reihen x, y, z und die Unterdrücke wenigstens teilweise nach außen abnehmen. Mit der Ausnahme, die das Gebiet der hinteren Ecke betrifft, werden wir uns noch später beschäftigen (S. 264 unten).

Abb. 14 a.

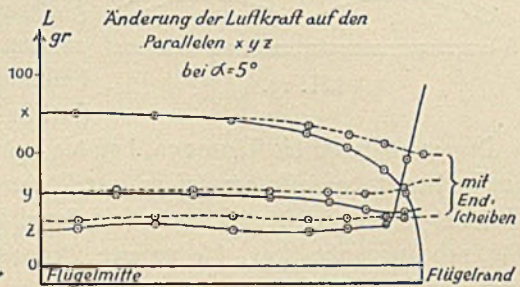


Abb. 14 b.

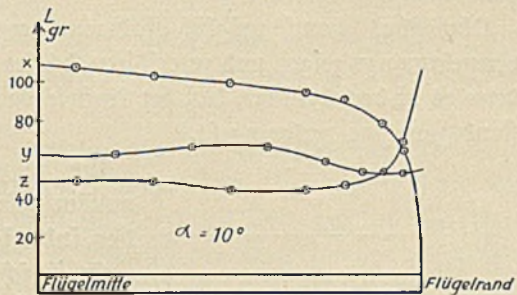
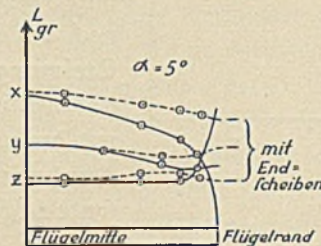


Abb. 14 c.



Zunächst arbeiten wir das Ziffernmaterial in ein Schaubild mit Kurven um. (Abb. 14 a u. b.) Die ausgezogenen Kurven x, y, z geben den Auftrieb der Reihen x, y, z an. Die x-Kurve schneidet die Abszisse im Flügelend-

punkt. Unter- und Überdruck gleichen sich am Rand aus, wenigstens in der Zeichnung. Die Fadenpeitsche zeigt, daß die Luft um den Rand herumströmt. Im Zusammenwirken mit der ursprünglichen Bewegung der Luftteilchen entsteht der Randwirbel, mit dem wir uns später beschäftigen werden.

Der Auftrieb nimmt nach dem Rande nicht gleichmäßig (geradlinig), sondern

immer stärker ab, das Gefälle nimmt zu. Das ist die „elliptische Abnahme“, die gewöhnlich als einfachster Fall bei der Berechnung des induzierten Widerstandes zugrunde gelegt wird. Schon die Kurve  $x$  ist hier kein Ellipsenbogen, noch viel weniger die Kurven  $y$  und  $z$ , von denen  $z$  sogar nach oben umbiegt.

Wir sind nun imstande, den Widerspruch von S. 257 ff. zu klären. Wir sahen dort, daß der doppelte Wert  $2L_a$  der halben Fläche kleiner war als das  $L_a$  der ganzen. Setzen wir zunächst eine annähernd elliptische Abnahme des Auftriebs voraus (Fig. 15 a). Man kann vermuten, daß der Auftrieb in der Flächenmitte bei einer Verkürzung des Flügels abnimmt. Versuche ergeben tatsächlich für die halblange Strecke in der Mitte den Wert 52 statt 81 bei  $\alpha = 5^\circ$ , bei  $\alpha = 10^\circ$  83 statt 109.

Demgemäß zeigt die Figur 15 a, daß die beiden kleinen Flächen ganz innerhalb der großen liegen, daß also der Gesamtauftrieb der beiden Flügelhälften nicht gleich dem Auftrieb des ungeteilten Flügels sein kann. Aber auch bei der Annahme, die der Fig. 15 b zugrunde liegt, die unserer Beobachtung mehr entspricht, kommen wir zum gleichen Ergebnis.

Obwohl es schon so möglich ist, die mit der Flügelstreckung verbundene Auftriebsvermehrung zu zeigen und zu erklären, dürfen wir uns damit nicht zufrieden geben; denn es ist doch denkbar, daß der Auftriebsgewinn durch eine entsprechende Widerstandszunahme verlorengeht.

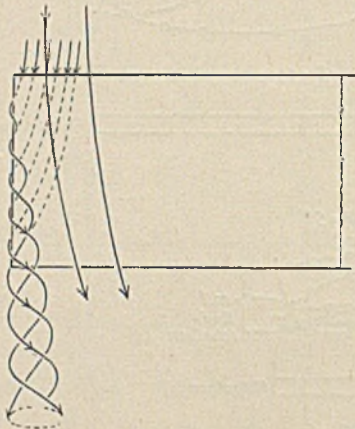


Abb. 16.

Um zu zeigen, daß dies nicht der Fall ist, müssen wir uns eingehend mit dem **Begriff des induzierten Widerstandes** beschäftigen.

Es ist schon bei der Erläuterung der Fig. 13 a und b gesagt worden, daß Über- und Unterdruck nach den Rändern hin abnehmen infolge einer Strömung, die von der Unter- nach der Oberseite verläuft, und daß hierdurch im Zusammenwirken mit der ursprünglichen Bewegung der Luft ein Randwirbel entsteht. Dieser ist mit der Fadensonde leicht zu untersuchen und in Fig. 16 dargestellt.

Die punktierten Linien geben die resultierende Bewegung auf der Unterseite, die ausgezogenen die auf der Oberseite wieder. Der Wirbelzopf ist noch um ein Mehrfaches der Flächentiefe hinter ihr feststellbar.

Von einem solchen Wirbel lehrt nun die Theorie, daß die Umlaufgeschwindigkeit der einzelnen Teilchen nach außen, dem Radius umgekehrt verhältig, abnimmt. Be-

denkt man nun, daß der Wirbel am anderen Flügelrande in entgegengesetztem Sinne rotiert, so kommt man zu der Einsicht, daß die zwischen beiden strömende Luftmasse eine abwärts gerichtete Zusatzgeschwindigkeit  $w$  gegenüber  $v$  am Flügel unendlicher Spannweite erfährt, die nach vorn allmählich, wie die Feldstärke eines von zwei parallelen Stromträgern erzeugten magnetischen Feldes, abnimmt. Die Folge davon ist eine Umlenkung der Luft, die, etwas vor der Tragfläche beginnend, nach hinten zunimmt und die Unter- und Überdrucke an den Flächenelementen und damit die gesamte Luftkraft verringert. Man kann auch sagen, daß die effektive Anströmung der Tragfläche eine Neigung nach unten erhält, und zwar um einen Winkel  $\delta$ , für den die Gleichung  $\operatorname{tg} \delta = \frac{w}{v}$  gilt (s. Abb. 17).

In einer reibungsfreien Flüssigkeit hat die unendlich lange Tragfläche keinen Widerstand; die Luftkraft steht also auf dem Strömungsvektor  $v$  senkrecht. Infolgedessen dreht sie sich in unserem Falle mit der Strömung ebenfalls um den Winkel  $\delta$ . Dabei wird sie zwar mit dem „wirksamen Anstellwinkel“ kleiner. Vergrößert man ihn jedoch um  $\delta$ , so wächst die Luftkraft auf den alten Betrag, weist aber nun infolge der Neigung zur ungestörten Strömung eine Widerstandskomponente auf, die wir den induzierten Widerstand nennen.

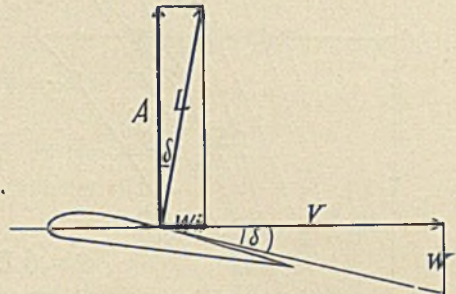


Abb. 17.

Er nimmt bei gleichem Auftrieb mit zunehmender Flügelstreckung ab, weil dann die induzierte Geschwindigkeit  $w$  ebenfalls abnimmt. Schon die Fig. 11c, die mit einer selbstgebauten Federwaage ermittelt wurde (s. die Abb. 23) bestätigt dies. Der zum Anstellwinkel von  $5^\circ$  gehörige Auftrieb der Flächeneinheit wird von der halb so langen Fläche erst bei  $7^\circ$  erreicht, nun mit einer bedeutenden Widerstandsvermehrung. Fig. 18 zeigt die Ergebnisse neuer Messungen, die an 4 Flächen mit den Streckungswerten 1 : 2, 1 : 3, 1 : 4 und 1 : 5 mit einer Federwaage gleicher Konstruktion aber besserer Ausführung<sup>1</sup> vorgenommen wurden. Selbstverständlich muß die Spannweite auf der längsten Fläche kleiner als der Strahldurchmesser sein, damit sich die Randwirbel bei allen gleich gut ausbilden können. Verfasser betont dies, weil leider noch viele Waagen so eingerichtet sind, daß man nur die beigegebenen, über die Strahlgrenze hinausreichenden Flächen untersuchen kann. Das ist auch aus dem Grunde unzweckmäßig, weil dadurch der Vergleich der gefundenen Polaren mit den in Büchern abgebildeten unmöglich gemacht wird, wenngleich auch der „durchgesteckte Flügel“ noch einen induzierten Widerstand hat.

Ein Vergleich der vier Polaragramme zeigt nun deutlich, daß der Auftrieb der

<sup>1</sup> Hersteller: Max Kobl, Chemnitz i. S. Siehe auch die Schlußbemerkung!

Flächeneinheit bei gleichem Anstellwinkel mit der Flügelstreckung wächst, ohne daß sich der Widerstand wesentlich ändert.

Aus dem, was über die von den Randwirbeln erzeugte Umlenkung der Strömung

gesagt wurde, folgt, daß sie das Abreißen um so mehr verzögert, je kleiner die Streckung ist. In Übereinstimmung damit wurden die Höchstwerte von  $A$  bei dem Winkel  $14^\circ$ ,  $16^\circ$ ,  $17^\circ$  und  $18^\circ$  gefunden.

Auch wird man aus dieser Darstellung den Schluß ziehen, daß das Abreißen nicht am Rande, sondern in der Mitte beginnt, da ja die Abwärtskomponente nach den Randwirbeln hin zunimmt und dort das Anliegen der Strömung begünstigt.

Vielleicht bezweifelt jemand die Richtigkeit der Behauptung, daß die von den Wirbeln erzeugte Umlenkung der Luft sich wirklich bis auf die Tragfläche nach vorn erstreckt, da die Wirbel sich an den Rändern erst zu bilden beginnen. Indessen stimmen die Ergebnisse der hier anzusehenden Berechnungen mit den vorliegenden Messungen so gut überein, daß es sich, schon um den Zweifel zu beheben, lohnt, beide weiter miteinander zu vergleichen, obschon der Zweck dieser Arbeit es nicht gestattet, die Berechnung des

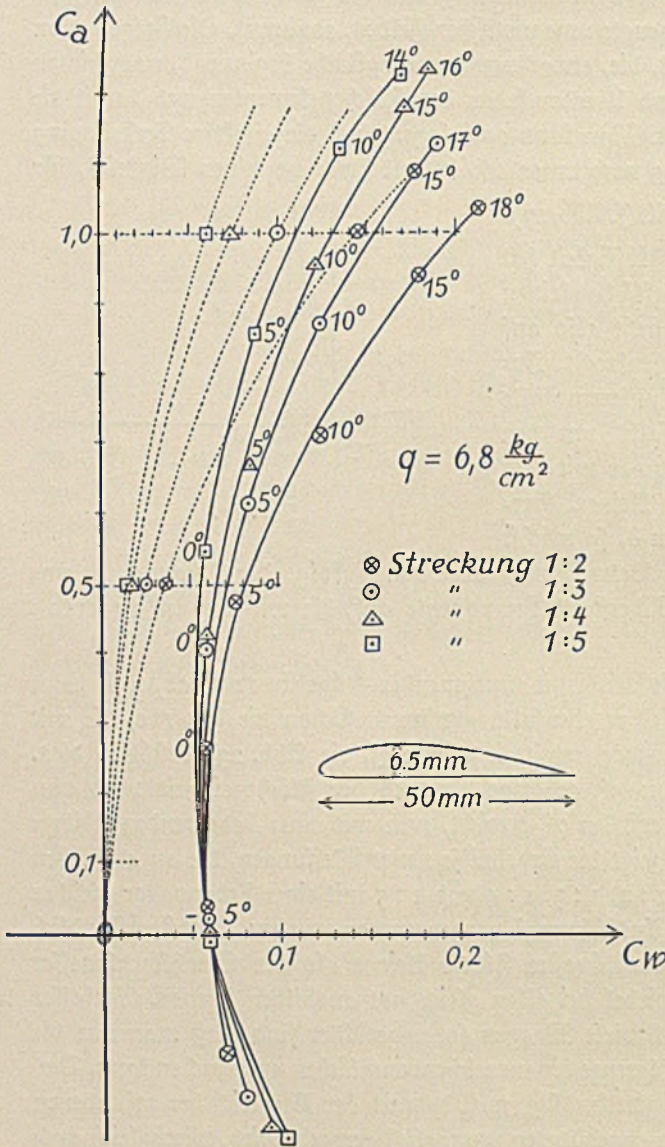


Abb. 18. Polarkurven von vier rechteckigen Tragflächen gleichen Profils und verschiedenen Seitenverhältnisses mit den Parametern des induzierten Widerstandes unter Angleichung der  $C_w$ -Werte bei  $0^\circ$  und  $-5^\circ$  durch Veränderung derselben um maximal 10% des Betrages.



induzierten Widerstandes zu entwickeln. Dabei möge der Begriff des induzierten Widerstandes noch einmal im Rahmen der geltenden Strömungslehre eingeführt und von dem des Profilwiderstandes abgegrenzt werden.

Nach dieser hätte eine unendlich lange Tragfläche in einer reibungsfreien Flüssigkeit wohl einen Auftrieb, jedoch, im Einklang mit dem hydrodynamischen Paradoxon der Kugel, keinen Widerstand. In einer Flüssigkeit mit innerer Reibung hätte sie außer dem Auftrieb noch den Profilwiderstand, der durch die Reibung der die Fläche umfließenden Schichten an dieser verursacht wird. Schneiden wir nun aus der unendlich langen Fläche ein Stück heraus, so erzeugt das Fehlen der außen anschließenden Flügelteile ein Hochschlagen der Strömung neben dem Flügel und ein stärkeres Nachgeben der Luft unter ihm. Der Auftrieb der Flächeneinheit läßt damit nach. Wird er aber durch Vergrößern des Anstellwinkels auf den alten Wert gebracht, so dreht sich die Luftkraft ebenfalls, und der schon vorhandene Profilwiderstand wird um den induzierten vermehrt.

Dieser Versuch ist nun in Ermangelung einer  $\infty$  langen Tragfläche nicht ausführbar. Dagegen können wir z. B. von der Fläche mit der Streckung 1 : 4 zur anderen mit der Streckung 1 : 2 übergehen und die Auftriebs- und Widerstandswerte für den gleichen Anstellwinkel  $\alpha = 10^\circ$  vergleichen (s. Abb. 18). Wir finden dabei keinen Widerstandszuwachs, da die auf die Flächeneinheit bezogene Luftkraft  $L_1$  (vgl. auch Abb. 19) infolge der vermehrten Abwärtskomponente der Luft auf den Wert  $L_2$  zurückgegangen ist. Erst wenn wir den Auftrieb durch Vergrößerung des Anstellwinkels um  $\sim 5^\circ$  auf den alten Betrag bringen, ergibt sich ein starker Widerstandszuwachs, der auf das Konto des induzierten Widerstands zu setzen ist, da der Profilwiderstand sich nur wenig ändert.

So erklärt es sich, daß der induzierte Widerstand in der Formel

$$W_i = \frac{A^2}{\pi q b^2}$$

zum Auftrieb  $A$  und nicht zum Anstellwinkel in Beziehung gesetzt wird; hierin ist  $q$  der Staudruck der anströmenden Luft und  $b$  die Spannweite der Tragfläche.

Er verschwindet mit dem Auftrieb; natürlich, denn er ist eine Folge der Randwirbel, die ihrerseits erst mit dem Unterschied des Luftdrucks auf der Ober- und Unterseite des Flügels auftreten.

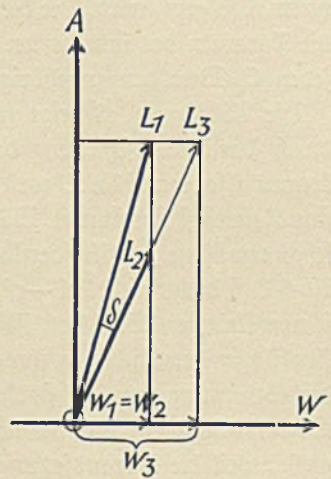


Abb. 19.

Setzen wir  $W_1 = C_{w1} F \cdot q$  und  $A = C_a F \cdot q$ , so erhalten wir

$$C_{w1} F \cdot q = \frac{C_a^2 F^2 q^2}{\pi b^2 q}$$

$$C_{w1} = \frac{C_a^2 F}{\pi b^2} \text{ und, da } F = b \cdot t,$$

$$C_{w1} = \frac{C_a^2 \cdot t}{\pi b}.$$

Setzen wir nun für  $\frac{t}{b}$  nacheinander die Werte  $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}$  usw., so erhalten wir für  $C_{w1}$  bei gleichem  $C_a$  und der Streckung 1 : 4 den halben Wert wie bei der Streckung 1 : 2, während er bei gleichem Streckungswert beim Übergang von  $C_a = 0,5$  zu 1,0 viermal so groß wird. Die diese Verhältnisse enthaltenden Linien der Figur 18 heißen die Parabeln des induzierten Widerstandes. Ihr Abstand von der  $C_a$ -Achse gibt für jeden  $C_a$ -Wert den zugehörigen  $C_{w1}$ -Wert. Für  $C_a = 0$  wird auch  $C_{w1} = 0$ .

Die Abbildung 18 zeigt ferner, daß man jede Polare mit einiger Annäherung durch Parallelverschiebung der zugehörigen induzierten Parabel erhalten kann. Es kommt also, wenn die Theorie stimmt, zu dem stark veränderlichen induzierten Widerstand ein fast konstanter Widerstand hinzu, dieser ist definitionsgemäß der früher schon erwähnte Profilwiderstand. (Vgl. die Bemerkungen S. 249 zu den Abb. 2a—2e!) Auch daß dieser nicht bei  $-5^\circ$ , sondern bei einem Anstellwinkel zwischen  $0^\circ$  und  $+5^\circ$  seinen kleinsten Wert hat, ist verständlich, da bei diesem Anstellwinkel die Nase des Profils in der Richtung ihrer Mittellinie angeblasen wird. Erst mit dem Abreißen der Strömung setzt ein starkes Anwachsen des Profilwiderstandes ein, infolge der Wirbelbildung; doch gilt dann auch die Formel für den induzierten Widerstand nicht mehr, weil die Voraussetzungen zu ihrer Ableitung auch nicht mehr angenähert erfüllt sind.

So erscheint es denn wohl möglich, daß man einem fähigen Schüler in der Arbeitsgemeinschaft an Hand der angeführten Versuche einen klaren Einblick in das Wesen des induzierten Widerstandes verschaffen kann, was für den Modellbauer, wie für den späteren Flugzeugkonstrukteur nur wertvoll sein kann.

In diesem Zusammenhange sei noch auf eine Erscheinung hingewiesen, die man ebenfalls mit Schulmitteln beobachten kann, und die gleichfalls mit den Randwirbeln verknüpft ist.

Gemeint ist der unerwartete Druckdifferenzanstieg am Rande der Fläche, der in den Diagrammen der Fig. 14a—c dargestellt ist. Im Innern eines jeden Wirbels herrscht Unterdruck, der gemäß der Zentrifugalkraftformel  $k = \frac{m v^2}{r}$  sowohl von der Geschwindigkeit, als auch vom Radius der kreisenden Teilchen abhängt. Infolgedessen herrscht dieser Unterdruck auch da, wo er sich auf die Tragfläche legt.

Verfasser fand diese merkwürdigen Abweichungen, als er, noch im unklaren über das Wesen des induzierten Widerstandes, nach seinem Sitz suchte. Nach einer freund-

lichen Mitteilung des Herrn Prof. Dr. L. Prandtl sind diese Erscheinungen noch nicht genügend geklärt. „Sedenfalls ist der wesentliche Teil des induzierten Widerstandes in dem Nachgeben der endlich breiten Luftmasse unter dem Flügel begründet, durch das die effektive Anströmung des einzelnen Flügелеlements eine Neigung nach unten und infolgedessen die resultierende Luftkraft eine Neigung nach hinten bekommt.“

Schließlich sei noch auf eine energetische Erklärungsweise des induzierten Widerstandes aufmerksam gemacht: Die Randwirbel bedeuten einen zusätzlichen Betrag an Bewegungsenergie, dessen Sitz im wesentlichen in der ganzen, die Wirbel umgebenden Luftmasse zu suchen ist. Dieser wird nur sehr allmählich weit hinter dem Flügel durch Reibung in Wärme verwandelt, durch den Strömungsvorgang am Flügel aber dauernd neu erzeugt. Der Motor muß also nicht nur die Arbeit  $v \cdot w_p$ , sondern auch die Arbeit  $v \cdot w_i$  leisten.

Es erscheint auch nach dieser Einführung einleuchtend, daß der induzierte Widerstand beim seitlichen Zusammensehen zweier Tragflächen infolge Wegfallens der beiden inneren Wirbel sich auf die Hälfte verringert, falls der Auftrieb durch Verkleinern des Anstellwinkels konstant gehalten wird.

Die in der ersten Auflage offengelassene Frage, ob der induzierte Widerstand ganz weggeschafft oder wenigstens verringert werden kann, ist nun so zu beantworten: Bei vorgeschriebenem Auftrieb kann der induzierte Widerstand gemäß der Formel  $w_i = \frac{A^2}{\pi q b^2}$  durch Vergrößern der Spannweite  $b$  wohl theoretisch unbegrenzt verringert werden, doch wächst dafür trotz der angenommenen Gleichheit der Flügelflächeninhalte der Profilwiderstand, da eine lange Fläche aus Festigkeitsgründen nach dem Rumpfe zu unverhältnismäßig dick sein muß. Es sind also schließlich solche Gründe, die der Streckung eine Grenze setzen.

In die Frage der Tragflügelgestaltung würde sich nun die der besten Anbringung reihen. Hierzu ist zu sagen, daß die Frage, ob Hoch- oder Tiefdecker den Vorzug verdienen, lediglich eine Frage der Rumpfkonstruktion, der Sicht, der Spritzwasserfreiheit bei Seefahrzeugen usw. ist, während uns das Eingehen auf die Bedeutung der V-Form und Pfeilform in das Kapitel der Flugeigenschaften führen würde. Statt dessen soll hier gleich die Frage der Teilung der einen Fläche in zwei, also der Übergang zum Doppeldecker besprochen werden, weil die Bedeutung der V- und Pfeilform der experimentellen Untersuchung schwer zugänglich ist, während die Doppeldeckerfrage sich durch eine Reihe von Untersuchungen klären läßt, von denen wir schon den Anfang auf S. 257 ff. kennengelernt haben, wo wir den Auftrieb einer Fläche mit dem ihrer beiden getrennten Hälften verglichen.

### Doppeldecker oder Eindecker?

Wir zeigen den Schülern erst wieder Bilder. Welche Flugzeuge sind vorzugsweise Doppeldecker? Die Jagdflugzeuge. Diese müssen schnell und wendig sein und große Steigkraft besitzen.

Ein langer Flügel hat ein bei Drehungen um die Längsachse größeres Trägheitsmoment als 2 von halber Länge. Daher wird beim Eindecker die Verbindung mit dem Rumpf bei Wendungen stärker beansprucht als beim Doppeldecker.

Beim Abfangen aus großer Sturzgeschwindigkeit wird der eine lange Flügel leichter abbrechen, als jeder der beiden kurzen. Dazu kommt, daß man durch Verstrebung der beiden Flügel durch „Stiele“ und Verspannungen die Festigkeit noch weiter erhöhen kann.

Es soll untersucht werden, ob sich durch Änderung des Abstandes der beiden Flächen oder durch Staffelung der Auftrieb erhöhen läßt.

Es wird zunächst  $st = 0$ ; und  $h = t$  gemacht, d. h. die beiden Flächen werden im Abstande  $h = t$  senkrecht übereinander an kleinen Sperrholzrahmen von 1 mm Dicke durch ganz dünne Stifte befestigt, nachdem man in die Seitenflächen mit einem 0,7 mm Bohrer Löcher vorgebohrt hat (s. Abb. 20a). Mit der unteren Fläche wird unser Doppeldecker auf die Auftriebswaage gesteckt und mit der Messung begonnen, wobei wir wieder genau den alten Staudruck einstellen. Danach machen wir den Abstand  $h = \frac{t}{2}$ ; indem wir die Löcher im Rahmen mit dem Zirkel so einstecken, daß die durch sie gelegte Gerade den beiden andern genau parallel ist.

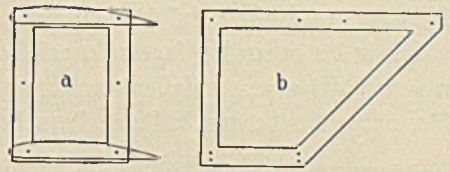


Abb. 20.

Die Diagramme (s. Abb. 21 a u. b) zeigen, daß das Auftriebsmaximum für  $h = \frac{t}{2}$  viel kleiner als bei  $h = t$  ist, und dieses wieder zwischen dem doppelten Wert des halben und dem hohen Wert des ungeteilten Flügels liegt (vgl. die Werte der S. 258!). Bezüglich der theoretischen Erklärung der gegenseitigen Beeinflussung der beiden Flächen sei wegen Platzmangels auf Pfister-Porger, Tragflügeltheorie S. 63, verwiesen.

Dort findet sich auch eine Kurve, welche die Abhängigkeit des Gesamtauftriebs vom Abstände darstellt, zu der unsere Werte 63, 57 und 28 leidlich gut stimmen.

Versuchen wir es nun mit der Staffelung, die positiv und negativ sein kann.

Wir benutzen nun 2 trapezförmige Rahmen (Abb. 20b) und geben der Staffelung die Werte  $st = t, \frac{t}{2}, 0$ , sowie nach Umdrehen der Rahmen die Werte  $st = -t, -\frac{t}{2}$  u. o. Die Ergebnisse sind auf Tafel Abb. 21 c—h übersichtlich nebeneinander-

gestellt. Wir ersehen, daß bei  $st = +t$ ,  $h = t$  der Auftriebswert der ungeteilten Fläche fast erreicht ist.

Sehr lehrreich ist es, das Abreißen der Strömung an den Flügeln mit der Fadenpeitsche zu untersuchen. Es erfolgt mit zunehmendem Anstellwinkel nicht gleichzeitig, sondern im Falle der positiven Staffelung zuerst am oberen, bei negativer Staffelung zuerst am unteren, immer also am vorderen Flügel. Die Ursache ist folgende. Infolge der Umlenkung der Luft durch den vorderen Flügel wird der hintere unter einem geringeren Anstellwinkel getroffen. Es liegt daher folgender Gedanke

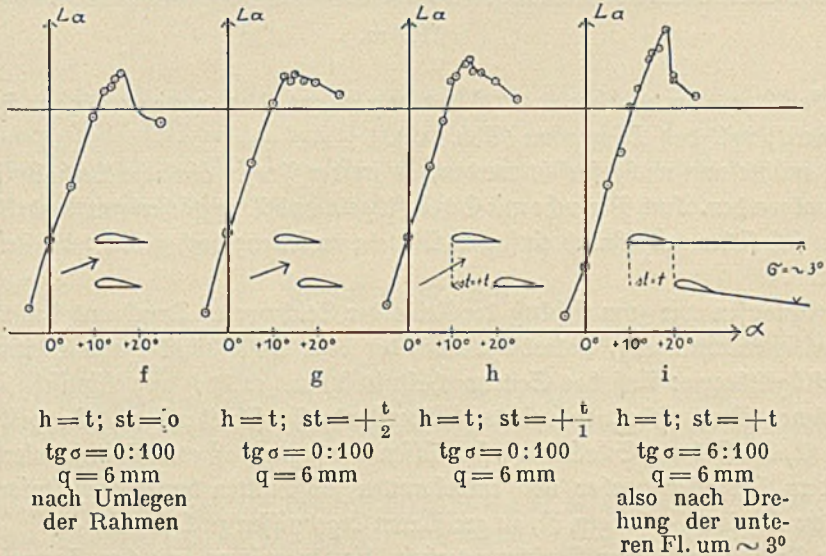
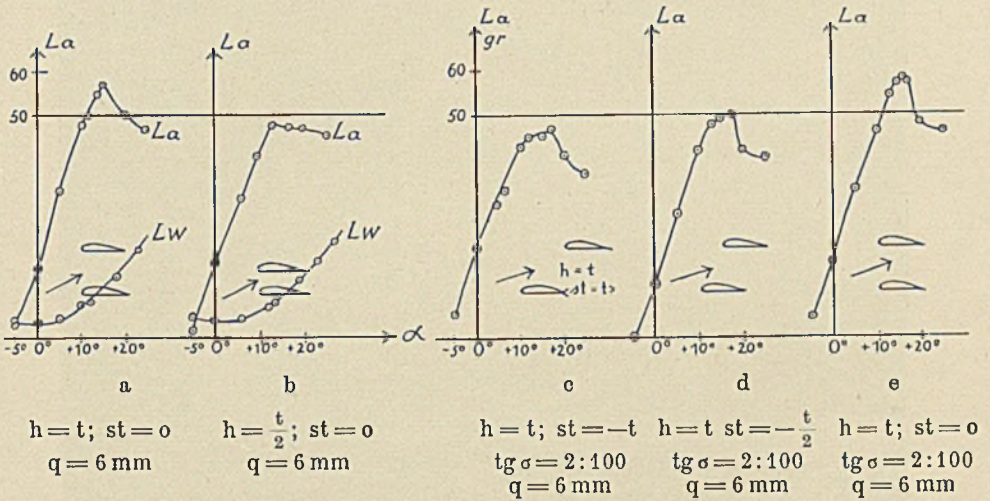


Abb. 21. Abhängigkeit des Lufttriebs  $L_a$  von der Staffelung, der Schränkung und dem Abstand.

nahe: Geht man bei positiver Staffelung  $st = +t$  mit der Vergrößerung des Anstellwinkels nur so weit, daß die Strömung beim vorderen (oberen) Flügel abzureißen beginnt, so kann man den Anstellwinkel des unteren Flügels allein noch um einige Grad (den Schränkungswinkel  $s$ ) vergrößern, bis auch hier das Abreißen eintritt, und damit eine weitere Auftriebssteigerung des Doppeldeckers erzielen. Tatsächlich zeigt die Ausführung des Versuchs eine überraschend

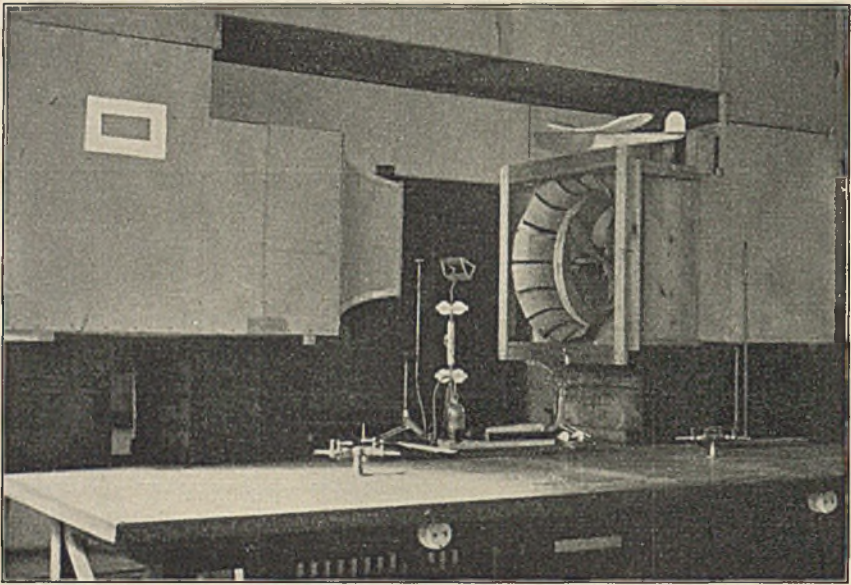


Abb. 22.

starke Zunahme über den Maximalwert der ungeteilten Fläche hinaus; vgl. das Diagramm (Abb. 21 i).

Es müßte nun nachgeforscht werden, ob in der Praxis ähnliche Verhältnisse bevorzugt werden. Auch Versuche mit Schließflügeln und Tragflächen mit Landeklappen lassen sich sicher mit ähnlich einfachen Mitteln anstellen; doch gebietet die Zeit aufzuhören.

Durchlaufen wir zum **Schluß** die Reihe der Stichworte: Druck und Unterdruck, Stromlinienkrümmung, Polardiagramm, der beste Anstellwinkel und Gleitwinkel. Tragflügeltheorie: Auf das Seitenverhältnis kommt es doch an; elliptische Druckabnahme, Randwirbel, induzierter Widerstand, Profilwiderstand, Doppeldecker: Abstand, Staffelung, Schränkung, so müssen wir sagen, daß es auch in schwierigeren und dem Verfasser vorher noch unbekanntem Abschnitten durch verhältnismäßig einfache Versuche gelungen ist, zu greifbaren Ergebnissen zu kommen.

Die Professoren leisten Forschungsarbeit, die Ingenieure brauchen Formeln zur Berechnung neuer Flugzeugkonstruktionen, aber die experimentelle Grundlegung

der Fluglehre für die Schüler muß der Lehrer ihrem jeweiligen Niveau entsprechend selbst schaffen. Daß dies hier so verhältnismäßig glatt gegangen ist, verdankt der Verfasser nicht zum mindesten dem schon vorhandenen Windkanal und dem Meß-

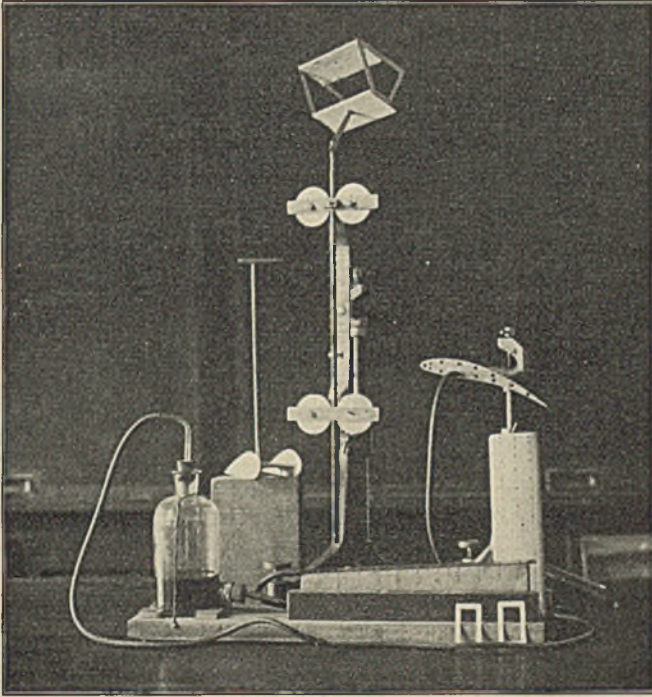


Abb. 23.

gerät, die, wie auch die meisten anderen hier benutzten Geräte, in der Schulwerkstatt entstanden sind<sup>2</sup> (s. Abb. 22 u. 23). Verfasser hofft, daß recht viele Amtsgenossen in gleichem Sinne sich ans Werk machen werden, und wünscht ihnen, daß sie dabei ebenso reiche Freude erleben mögen wie er selbst.

#### Benutzte Literatur:

1. Prandtl, Abriß der Strömungslehre. 2. Aufl. Vieweg u. Sohn, Braunschweig 1935.
2. von Mises, Fluglehre. 3. Aufl. 1926. Springer.
3. Schütt, Einführung in die Physik des Fliegens. Verlag Volkmann, Berlin.
4. Pfister, Grundlagen der Fluglehre. I. Luftkräfte, II. Tragflügeltheorie. Verlag Volkmann, Berlin 1934.

<sup>2</sup> Mit dem Nachbau der hier benutzten Geräte eigener Konstruktion hat der Verfasser die Firma Max Kohl A.-G., Chemnitz i. Sa., betraut.

## Luftfahrt-Lehrgänge

Von Bruno Baumann

Seit 1927 besitzen wir in Deutschland planmäßige Luftfahrtlehrgänge an Schulen. Verschiedene westdeutsche Berufsschulen widmeten sich mit großem Interesse der ihnen vom Preussischen Minister für Wirtschaft und Arbeit zugewiesenen Aufgabe. Daneben bildeten einige höhere Schulen schon früher Jungfliegergruppen aus den Reihen ihrer Schüler und übernahmen auch die Ausbildung der Jungflieger.

Da die Berufsschulen zumeist über Werkstätten und handwerksmäßig vorgebildete Lehrer verfügen, ergab sich eine Verlagerung des Schwergewichtes in der fliegerischen Ausbildung der Jugend zur Berufsschule hin. Nach dem Luft-Erlass R. U. III 10/34 können jedoch auch höhere Schulen weiterhin Luftfahrtlehrgänge einrichten, wenn die örtliche Berufsschule nicht dazu in der Lage ist. Hierzu behält sich jedoch der Minister in jedem Einzelfall die Entscheidung vor.

Die Luftfahrtlehrgänge müssen nach den Bestimmungen des Ministers im engsten Einvernehmen mit dem Deutschen Luftsport-Verband (DLV.) zusammenarbeiten.<sup>1</sup> Diese Zusammenarbeit ist selbstverständlich, und darüber hinaus durch die Bestimmungen des Luftverkehrsgesetzes geboten. Nach diesen Bestimmungen ist die flugsportliche Ausbildung, auch im motorlosen Flug, an Vorschriften gebunden, die dem DLV. bestimmte Aufgaben bei der Durchführung des Flugbetriebes zuweisen.

Die an den Luftfahrtlehrgängen teilnehmenden jungen Menschen sollen ein Alter von 14 bis 18 Jahren haben und müssen von einem DLV.-Sturmarzt gesundheitlich für tauglich zum Segelfliegen erklärt worden sein. Formationsmäßig werden die Jungens in besonderen Luftsportcharen der H.F. zusammengefaßt. An einem Abend in der Woche und einem Sonntag im Monat bildet die H.F. die Teilnehmer an den Luftfahrtlehrgängen volkssportlich und weltanschaulich aus. Zu der werkstattpraktischen, theoretischen und fliegerischen Ausbildung tritt der Lehrgang geschlossen an, der Kameradschaftsführer meldet dem Lehrgangsleiter und untersteht selbstverständlich während dieser Ausbildung auch disziplinar dem Lehrgangsleiter.

Bei Eintritt in den Lehrgang muß von jedem Teilnehmer eine vom gesetzlichen Vertreter unterschriebene Haftungsausschlußerklärung (DLV.-Formblatt 116)<sup>2</sup> abgegeben werden. Damit erklärt sich der gesetzliche Vertreter zugleich damit einverstanden, daß der Minderjährige an dem Lehrgang teilnimmt.

<sup>1</sup> Der Nachweis der zuständigen Luftsportortsguppe erfolgt durch den Reichsluftsportführer, Berlin W 35, Großadmiral Prinz-Heinrich-Str. 23/24.

<sup>2</sup> Die Formblätter werden unentgeltlich von der Luftsportortsguppe abgegeben.



Die Ausbildung in dem Luftfahrtlehrgang gliedert sich in eine werkstattpraktische, fliegerische und theoretische.

Zur Durchführung der Werkstattausbildung wird ein genügend großer und im Winter heizbarer Raum benötigt. Mit einer Hobelbank für die Holzbearbeitung und einer Werkbank mit zwei oder drei Schraubstöcken für die Metallbearbeitung, einigen einfachen Arbeitstischen sowie etwas Werkzeug für die Holz- und Metallbearbeitung ist für den Anfang die Einrichtung der Werkstatt hergestellt. An Bearbeitungsmaschinen reichen in den meisten Fällen zunächst aus: eine Eisenbohrmaschine und eine kombinierte „Ulmia“-Spezialkreissäge für Flugzeugbau.<sup>3</sup>

Bei der Durchführung des Werkstattribetriebes werden die jungen Menschen zuerst mit der Eigenart des Flugzeugbaues vertraut gemacht:

Kaltleimverfahren, Holz-Sperrholzverbindungen, Herstellung von Knotenpunkten und dergleichen. Nach diesen einleitenden Vorübungen beginnt man mit dem Bau eines bewährten Anfänger-Gleitflugzeuges (DLB.-Zögling).<sup>4</sup>

Mit diesem selbstgebauten Flugzeug werden dann nach Fertigstellung die praktischen Flugübungen durchgeführt. Dazu stellt der Deutsche Luftsport-Verband seine Flugplätze mit evtl. vorhandenen Unterstellmöglichkeiten für die Maschinen und Heime für die Mannschaften zur Verfügung. Das Ziel der fliegerischen Ausbildung ist die Ablegung der Gleitfliegerprüfung „A“ und „B“ und der Segelfliegerprüfung „C“. Die Durchführung des Flugbetriebes richtet sich nach den Vorschriften des Deutschen Luftsport-Verbandes. Danach muß der Fluglehrer bestimmte fliegerische Voraussetzungen selbst erfüllt haben und vom DLB. als Gleit- oder Segelfluglehrer anerkannt worden sein. Das Fluggelände muß vom zuständigen Luftamt für die betreffenden Gleit- oder Segelflugübungen zugelassen sein. Weiterhin muß das zu den Flugübungen benutzte Flugzeug von einem DLB.-Vauprüfer für den Verwendungszweck untersucht und abgenommen und vom DLB. zugelassen werden.

Bei der Durchführung des Flugbetriebes ist die Versicherungsfrage von großer Bedeutung. Das Fluggelände muß gegen Haftpflichtschäden gedeckt werden, ebenso muß das zur Durchführung des Flugbetriebes benutzte Flugzeug haftpflichtversichert sein. Für Unfälle, die ein Jungflieger bei der Durchführung des Flugbetriebes erleidet, wird er durch eine Unfallversicherung, die sich zumeist namenlos auf den Sitzplatz des Flugzeuges bezieht, versichert. Der Deutsche Luftsport-Verband hat für diese verschiedenen Arten von Versicherungen Kollektivverträge zu günstigen Bedingungen abgeschlossen.<sup>5</sup>

Der theoretische Unterricht nimmt in der Ausbildung dem Umfange nach den kleinsten Raum ein. Er dient dazu, das Verständnis für die Erkenntnisse der Luft-

<sup>3</sup> Vertrieb: Fa. Mäbler, Berlin SO 16, Köpenicker Straße 64.

<sup>4</sup> Die Zeichnungen sind durch die Beschaffungsstelle des Deutschen Luftsport-Verbandes, Berlin SW 29, Hasenheide 5/6, zu beziehen.

<sup>5</sup> Versicherungs-Merkblätter und -Anträge sind bei den Luftsportortsgruppen erhältlich.

fahrt zu fördern und bildet so eine wertvolle Ergänzung der werkstattpraktischen und fliegerischen Ausbildung.

Die aus der Volksschule entlassenen 14 jährigen jungen Menschen, die während ihrer Schulzeit noch nicht in den Flugmodellbau eingeführt wurden, werden in den Luftfahrtlehrgängen zunächst im Modellbau ausgebildet. Ist der Junge mit 15 Jahren körperlich stark genug, um die Anstrengungen des Flugbetriebes durchzuhalten, so kann er im Gleitflugzeugbau und Fliegen ausgebildet werden. Ältere Jungens werden häufig neben ihrer eigenen fliegerischen Ausbildung noch weiterhin Modelle bauen, eigene Konstruktionen anfertigen, Antriebsmöglichkeiten ermitteln, Selbststeuergeräte bauen u. a. m. Die Weiterbildung dieser Leistungsmodellbauer, wozu auch einige Modellbaulehrer anderer Schularten nach einer gewissen Zeit ihrer Tätigkeit gerechnet werden müssen, ist eine dankbare Aufgabe, die die Berufsschule zu erfüllen hat.

Bei der besonderen Eigenart und Stellung der Luftfahrtlehrgänge werden an Leiter und Lehrer von Luftfahrtlehrgängen ganz besonders hohe Anforderungen gestellt. Die jungen Menschen sollen in den Luftfahrtlehrgängen mit frisch-fröhlichem Geist in die Fliegerei hineinwachsen, und dazu muß ihnen der Lehrer ein richtiger Führer sein.

Innerhalb des Werkstattbetriebes werden große flugfähige Flugzeuge gebaut. Nach den Bestimmungen des D.V. ist erforderlich, daß der Leiter des Werkstattbetriebes, in welchem motorlose Flugzeuge gebaut werden, anerkannter Werkstattleiter sein muß. Für die Durchführung des Flugbetriebes ist gleichfalls eine besondere Anerkennung als Fluglehrer erforderlich. Außerdem sind für den theoretischen Unterricht eine ganze Reihe von Erkenntnissen notwendig, da der Lehrer bekanntlich weit über dem zu lehrenden Stoffgebiet stehen muß.

Der Deutsche Luftsport-Verband hat daher im Auftrage des Reichsministeriums für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung Sonderlehrgänge zur Ausbildung von Leitern und Lehrern von Luftfahrtlehrgängen durchgeführt. Die Meldung zur Teilnahme an einem derartigen Kursus muß auf dem Dienstwege an das Amt K des Reichsministeriums für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung erfolgen. Dabei ist Voraussetzung, daß der sich meldende Lehrer Mitglied des Deutschen Luftsport-Verbandes ist oder wird und sich verpflichtet, sich für die Heranbildung des fliegerischen Nachwuchses zur Verfügung zu stellen.

Zur Erhaltung seiner fliegerischen Eignung bzw. zu seiner fliegerischen Weiterbildung kann der an Luftfahrtlehrgängen tätige Lehrer dann später an einem vierwöchentlichen Segelfluggang auf einer deutschen Segelfliegerschule, mit Unterstützung des Reichsministeriums für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung, teilnehmen. Derartige Anträge sind an den zuständigen Regierungspräsidenten, bzw. Oberpräsidenten bei höheren Schulen, zu stellen. Zur werkstattpraktischen Weiterbildung und theoretischen Vertiefung werden den Lehrern an Luftfahrtlehrgängen gleichfalls Beihilfen bis zur vollen Höhe der entstehenden Unkosten gewährt.

Für die Einrichtung und Durchführung von Luftfahrtlehrgängen werden von dem Amt K des Reichsministeriums für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung Unterstüzungen gewährt, wenn die Voraussetzungen gemäß Erlaß R. U. III 10/34 erfüllt sind.

Der Wert der Luftfahrtlehrgänge tritt demjenigen besonders deutlich vor Augen, der weiß, was die planmäßig in den wenigen Luftfahrtlehrgängen vor 1933 ausgebildeten jungen Menschen der Deutschen Luftfahrt heute bedeuten. Wer nicht so sehr mit den Verhältnissen in der Fliegerei vertraut ist, wird kaum wissen, daß nur ein ganz geringer Prozentsatz des Personals der Luftfahrt aktiv fliegt. Außer Flugzeugführern werden benötigt: Orter, Funker, Bodenpersonal, und hierbei nimmt der Flugzeughandwerker eine ganz besondere Stellung ein. Was nützt dem besten Flieger seine hohe Flugkunst, wenn er kein Fluggerät besitzt, auf das er sich unbedingt verlassen kann und das hochwertigen Flugleistungen hervorzubringen imstande ist. Bei der Heranbildung dieses Facharbeiternachwuchses erwachsen der Berufsschule ganz besondere Aufgaben, die durch die Luftfahrtlehrgänge zu einem großen Teil gelöst werden können. Das gleiche gilt für den Nachwuchs an Flugzeugingenieuren und Technikern, die durch die Luftfahrt-Lehrgänge erfaßt werden und ihre erste Ausbildung erhalten.

Tausende deutscher Menschen finden schon heute ihr tägliches Brot durch die Luftfahrt und die Luftfahrtindustrie. Und so ist es verständlich, daß es besondere Berufs- und Werksschulen ausschließlich für Luftfahrt und Flugzeugbau gibt. Hier kann man die interessante Beobachtung machen, daß die Flugzeugwerke ihre Lehrlinge verpflichten, außerhalb des planmäßigen Berufsschulunterrichts noch einen Luftfahrtlehrgang zu besuchen. Die Begründung für diese Maßnahme ist in der Erkenntnis zu finden, daß das Bauen von Flugzeugen und dann das Fliegen auf diesen selbstgebauten Flugzeugen den jungen Menschen zu einem unbedingt verantwortungsbewußt genau arbeitenden Facharbeiter erzieht.

Aus diesem Grunde haben viele deutsche Industrieunternehmen außerhalb der Luftfahrt, so z. B. auch die deutsche Reichsbahn, ihren Werksschulen Luftfahrtlehrgänge angegliedert oder halten ihre Lehrlinge zum Besuch der Luftfahrtlehrgänge der öffentlichen Berufsschulen an. Bei den großen Werken wird den Industrielehrlingen im Gegensatz zu den Handwerkerlehrlingen meist nicht im gleichen Umfange der psychologisch so bedeutungsvolle Vollendungswert der Arbeit übermittelt. Während der Handwerker sein Werk von der ersten Planung bis zur letzten Vollendung selbst durchführt, muß der Industriearbeiter besonders in rationalisierten Betrieben Teilarbeiten ausführen. Beim Bau von Gleit- oder Segelflugzeugen verrichten immer viele Mitarbeiter die verschiedenartigsten Teilarbeiten an dem gemeinsamen Werk, das dem jungen Menschen nach der Vollendung die Erfüllung des jahrtausende alten Flarusträumens bedeutet. Alle Einzelteile werden in gemeinsamer Arbeit zusammengesetzt, und dann kommt der große Augenblick: der selbstgebaute Vogel fliegt und trägt das wertvolle Leben eines Kameraden. Und wenn dann der junge Mensch, der vielleicht

nur eine einzige Schraube an dem Flugzeug angebracht hat, selbst mit „seiner Kiste“ fliegt, dann weiß und fühlt er, was seine Schraube und jede Teilarbeit bedeutet.

Weiterhin bietet der Flugzeugbau in den Luftfahrtlehrgängen durch seine besonderen Arbeitstechniken den Lehrgangsteilnehmern eine wertvolle Bereicherung ihres eigenen Könnens. Hierbei sei nur daran erinnert, daß im Flugzeugbau mit dem geringsten Gewicht ein Höchstmaß von Festigkeit erzielt werden muß. Darüber hinaus gibt es kein Gebiet moderner Technik, das nicht in der Fliegerei seinen Niederschlag gefunden hat bzw. von ihr ausgegangen ist.

Zum Bau der Flugzeuge wird Holz und Stahl, Farbe und Stoff verwandt. In den Luftfahrtlehrgängen treffen die verschiedensten Berufe zusammen. Daraus ergibt sich eine wertvolle Ergänzung der eigenen Berufsausbildung.

Die vorgenannten Erkenntnisse waren mit maßgebend für den Entschluß des Reichsarbeitsministeriums, in den Zeiten der großen Arbeitslosigkeit 1931—1934 für die arbeitslosen jugendlichen Handwerker Lehrgänge in Zusammenarbeit mit den Berufsschulen durchzuführen, um diese Menschen weiterzubilden und zu betreuen. Wer diese Lehrgänge geführt hat, weiß, mit welcher Begeisterung und Freude diese durch ihre trostlose Lage meist verbitterten jungen Menschen bei der Sache waren.

Weitsichtige Berufsschuldirektoren führen in den vorhandenen Werkstätten der Luftfahrtlehrgänge mit den Klassen der ungelerten Arbeiter praktischen Werkunterricht im Flugzeug- und Modellbau durch. Daß der Erfolg bei dem Interesse für die Fliegerei in der Jugend stets vorhanden ist, braucht nicht besonders erwähnt zu werden. Ebenso können die vorhandenen Werkstätten der Luftfahrtlehrgänge zur werkstattpraktischen Einführung der Fachklassen des Holz- und Metallgewerbes in ergänzende Arbeitstechniken des Flugzeugbaues benutzt werden. Auch dienen die in den Luftfahrtlehrgängen zur Durchführung des theoretischen Unterrichts vorhandenen Lehrmittel zur Durchdringung des allgemeinen Unterrichts der Berufsschule mit den grundlegenden Erkenntnissen der Luftfahrt. Die Einrichtung von Luftfahrtlehrgängen bedeutet somit eine wesentliche Bereicherung des gesamten Unterrichtsbetriebes einer Berufsschule. Vielen jungen Menschen wird durch die Luftfahrtlehrgänge der Weg zur Luftfahrt gezeigt und vor allen Dingen die Möglichkeit einer ersten Beurteilung gegeben, für welches Gebiet der heute so vielgestaltigen Arbeit in der Luftfahrt sich der junge Mensch entsprechend seinen Fähigkeiten eignet.

Im Hinblick auf die Bedeutung der Luftfahrt für unser Vaterland ist die Einrichtung und Durchführung der Luftfahrtlehrgänge eine nationalpolitische Pflicht, da die Aufgabe der planmäßigen Heranbildung besonders des so dringend erforderlichen Facharbeiternachwuchses nur durch die Mitarbeit der Berufsschule gelöst werden kann.

## Luftschutzübungen

Von Ewald Sellien

Wenn sich die Schule darauf beschränken wollte, ihre Schüler und Schülerinnen nur theoretisch mit den Luftschutzfragen bekannt zu machen, so würde sie ihre Arbeit nur halb tun. Es ist ja nicht so, daß unsere Jugend im Ernstfalle nur geschützt und möglichst schnell in geeigneten Schutträumen untergebracht werden soll, sondern nach Lage der Dinge muß in stärkstem Maße mit tätigem Einsatz unserer älteren Jungen und Mädchen für die Abwehr der Luftgefahr gerechnet werden. Beim Aufruf des Luftschutzes wird die waffenfähige Mannschaft bereits für die Front gebraucht. Nur ältere Männer, die Frauen und die Jahrgänge der Jugendlichen etwa von 14 bis 18 Jahren stehen für Luftschutzzwecke zur Verfügung, und aus ihren Reihen werden die jungen Männer allmählich auch noch herausgezogen werden, wenn der Krieg länger dauern sollte.

Die Jugendlichen müssen also auf jeden Fall für den Luftschutz rechtzeitig erfaßt werden. Sollen sie praktisch eingesetzt werden, so genügt natürlich eine bloße Aufklärung ebensowenig wie die an sich so überaus wichtige und notwendige Weckung der rechten Begeisterung und die Erziehung im tätigen Luftschutzgeist. Zum Wissen und Wollen muß auch das Können treten. Die Brandwache eines Hauses muß wissen, wie man sich beim Bekämpfen einer Thernit-Elektron-Brandbombe verhält, sie muß dazu erzogen sein, daß sie sich mutig und tatkräftig bei dieser Bekämpfung einsetzt, sie muß aber auch über das notwendige praktische Können verfügen, damit sie bei allem Wissen und allem guten Wollen nicht hilflos dasteht oder nur Schaden anrichtet, anstatt zu nützen. — Können aber wird nur durch Übung erworben.

Wie steht es nun mit der Stellung der Schule zu Übungen auf dem Gebiete des Luftschutzes?

Vorweg sei bemerkt, daß amtliche Richtlinien für solche Übungen bisher nicht bestehen, daß andererseits aber zahlreiche Schulen bereits versucht haben, entsprechende Schulungen durchzuführen und daß auch auf diesem Gebiete die Hitlerjugend besonders stark tätig gewesen ist. Es kann sich also bei den folgenden Ausführungen nur um Vorschläge handeln, die erprobt werden müssen, damit später allgemeine Richtlinien auf Grund der Erfahrungen der Schulen gegeben werden können. Vorläufig ist bei allen Übungen nur grundsätzlich zu beachten, daß die Ausbildung der Zivilbevölkerung im Selbstschutz Sache des Reichsluftschutzbundes ist. Es geht also nicht an, daß die Schule den Schülern irgendwelche praktische Unterweisungen gibt, die nicht in vollem Einklang mit denen dieser Stelle stehen. Jede Abweichung

bringt Verwirrung und gefährdet den Erfolg der getroffenen Maßnahmen. Am besten dürfte Übereinstimmung erreicht werden, wenn die Lehrer, die in der Schule Übungen abhalten, selbst Amtsträger des Reichsluftschutzbundes sind und als solche durch dessen Ausbildungslehrgänge gegangen sind. Aber auch in diesem Falle ist stete Fühlungnahme mit den örtlichen Stellen des Reichsluftschutzbundes unbedingt zu empfehlen. —

Um die Frage der Luftschutzübungen in der Schule einigermaßen umfassend betrachten zu können, muß man sich klar darüber werden, daß der Schüler in dreifacher Hinsicht in die Luftschutzmaßnahmen eingegliedert werden wird: Ältere Schüler und z. T. auch Schülerinnen werden, wie bereits oben angedeutet, in erheblichem Maße im behördlichen Luftschutz (als Beobachter im Flugmeldedienst, als Meldegänger, zur Bedienung von Fernsprechern im Luftschutzwarndienst und als Helfer und Helferinnen im Luftschuttsanitätsdienst) Verwendung finden. Die übrigen Schüler werden entweder in der Schule oder in ihren häuslichen Wohnungen für den Luftschutz in Betracht kommen. In beiden Fällen werden die jüngeren einfach in Schutzräume zu bringen sein, die älteren werden z. T. in der Schule im erweiterten Selbstschutz (als Ordner, in Feuerwehrtrupps, in Sanitätstrupps), z. T. in den Häusern ihrer Eltern als Selbstschutzkräfte (Hausfeuerwehr, ggf. Laienhelfer) eingesetzt werden.

Die Übungen der ersten Gruppe, die im behördlichen Luftschutz Dienst tut, sind auf keinen Fall Sache der Schule. Die hier notwendige Ausbildung wird von den zuständigen Stellen veranlaßt. Die Schule kann dabei nur durch ihre theoretische Unterweisung und durch ihre allgemeine Erziehungsarbeit Hilfestellung geben.

Die für die beiden anderen Fälle in Frage kommenden Übungen ergeben sich leicht, wenn man die Aufgaben betrachtet, die beim erweiterten Selbstschutz, wie er bei einer größeren Schule im Betrieb vorliegt, und beim einfachen Selbstschutz in der häuslichen Wohnung zu lösen sind.

Bei den in der Schule selbst zu treffenden Schutzmaßnahmen ist eine Vorfrage zunächst zu klären, die nämlich, ob man im Ernstfall überhaupt mit der Anwesenheit der Schüler im Schulgebäude zu rechnen hat. Nach der „Vorläufigen Ortsanweisung für den Luftschutz der Zivilbevölkerung“ besteht die Anordnung, daß Spielschulen, Kindergärten, Hilfsschulen und die untersten Klassen der Volksschulen beim Aufruf des Luftschutzes geschlossen werden. Das gleiche gilt von allen Schulen, die in der Nähe besonders gefährdeter Gebäude (Bahnhof, Elektrizitätswerk, Gaswerk, Haupttelegraphenamts, Kasernen, wichtige Fabriken u. ä.) liegen. Was in den übrigen Schulen geschehen soll, ist bisher nicht entschieden. Von großer Bedeutung werden die örtlichen Verhältnisse sein. Schulen in Dörfern und kleineren Städten ohne militärische oder bedeutende industrielle Anlagen, ohne Eisenbahnknotenpunkt und in genügender Entfernung vom Operationsgebiet dürften kaum Ziel eines größeren Luftangriffes werden. In ihnen kann der Unterricht wohl fortgeführt werden. Auch in kleinen Städten, die Anlagen der erwähnten Art enthalten,

braucht die Schule nicht geschlossen zu werden, wenn genügend Schutzräume in der Schule oder in benachbarten Gebäuden vorhanden sind, oder wenn die Schulwege z. B. so kurz sind, daß viele Schüler etwa in der halben Alarmfrist (ohne den Alarm zu stören!) ihre Wohnungen erreichen können und nur die übrigen Schutzräume nötig haben. Für größere Städte kommt die Durchführung des Unterrichts nur in Frage, wenn alle Schüler in Schutzräumen untergebracht werden können. Auf keinen Fall dürfen Schüler auf die Straße gelassen werden.<sup>1</sup>

Damit steht fest, für welche Schulen entsprechende Luftschutzübungen notwendig sind. Dabei ist zu beachten, daß ein Teil dieser Schulen wie im Weltkrieg gar nicht für Schulzwecke zur Verfügung stehen wird, da sie als Lazarette, Verwaltungsgebäude usw. gebraucht werden. Man könnte also meinen, daß die Zahl der zu schützenden Schulen verhältnismäßig klein ist. Demgegenüber ist aber einerseits zu bedenken, daß man für einen Teil der geschlossenen Schulen Ersatzräume — etwa am Stadtrand, in weniger gefährdeter Umgebung — einrichten wird, für die Schutzmaßnahmen zu treffen sind, und andererseits, daß Luftschutzübungen in der Schule auch dann für den Ernstfall von Bedeutung sind, wenn ihre Durchführung beim Luftangriff nicht im Schulgebäude erfolgt. Die bei solchen Übungen in der Schule erworbenen Erfahrungen und Kenntnisse sowie die geübte Disziplin haben ihren großen Wert für die Schüler, wenn sie im Hause im Selbstschutz eingesetzt werden.

Aus diesem Grunde würde ich es für durchaus richtig halten, wenn in allen Schulen Luftschutzübungen abgehalten werden, auch wenn nicht damit gerechnet wird, daß das Gebäude im Ernstfall für schulische Zwecke benutzt wird. Sie müssen m. E. unbedingt abgehalten werden, wenn alle Voraussetzungen für die Durchführung des Unterrichts in der betreffenden Schule gegeben sind.

Bei diesen Luftschutzübungen, bei denen die Schule als gefährdetes Gebäude angesehen wird, handelt es sich einmal um Übungen im Rahmen der großen behördlichen Luftschutzübungen. Sie werden von den zuständigen Stellen der Polizei, der Feuerwehr usw. zusammen mit dem Reichsluftschutzbund vorbereitet. Die Schule hat sich dabei genau nach den gegebenen Anweisungen zu richten. Da aber die Zahl solcher Übungen verhältnismäßig klein ist, muß die Schule — immer in Zusammenarbeit mit dem Reichsluftschutzbund — selbst vorbereitende Übungen abhalten. Dabei wird es sich bei den oben erwähnten wenig gefährdeten Ortschaften hauptsächlich darum handeln, einen sehr genauen Alarmplan zu entwerfen, damit in der kurzen Zeit der halben Alarmfrist das Gebäude geräumt und die Schüler auf geeigneten Wegen — möglichst in Gruppen und unter Führung von Lehrern oder älteren Schülern — nach Hause entlassen werden können. Die Schüler in diesen Orten müssen die öffentlichen Sammelschutzräume kennen, damit sie sich in diese retten können, wenn sie auf dem Wege vom Angriff überrascht werden sollten. Für Schüler, deren Heimweg

<sup>1</sup> Vgl. hierzu und zur Frage der Ausquartierung der Schulkinder (von 10 bis 15 J.) aus luftbedrohten Orten die Ausführungen von Oberstleutnant (E.) Teschner (RM.) in „Gaschutz und Luftschutz“, 1936, S. 254 ff.

zu lang ist, müssen unbedingt Schußräume in der Schule geschaffen werden. — Die vorgeschlagene Räumung der Schule muß sehr sorgfältig vorbereitet sein, denn niemand wird sich dem Gedanken entziehen, daß diese Maßnahme eine ungeheure Verantwortung für die Schule bedeutet. Sie sollte daher auch nur da in Aussicht genommen werden, wo keine ausreichende Zahl von Schußräumen bereit gestellt werden kann und nach menschlicher Voraussicht mit einem Luftangriff kaum zu rechnen ist.

In stärker gefährdeten Orten, wo die Räumung nicht in Frage kommt, haben die Übungen den Zweck, alles vorzubereiten und genau einzuüben, was zum Schuß der Schüler in der Schule notwendig ist, dann aber auch die Schüler auf das vorzubereiten, was sie außerhalb der Schule, im Hausluftschuß und in der Luftschußgemeinschaft, wissen und können müssen. Es genügt daher, im folgenden auf die Verhältnisse in der Schule einzugehen, da das Entsprechende vom Hausluftschuß gilt.

Die Schule, in der eine große Zahl von Kindern und Erwachsenen auf verhältnismäßig engem Raum zusammengedrängt sind, ist m. E. vom Luftschußstandpunkt ebenso zu behandeln wie ähnliche Gebäude mit starkem Publikumsverkehr (Warenhäuser, Gaststätten, Bürogebäude usw.), d. h. nach den Grundsätzen für den erweiterten Selbstschuß. Ein Lehrer — am besten wohl der Luftschußobmann der Schule — ist Schulluftschußleiter; ihm steht ein Vertreter zur Seite. Aus den Reihen der Lehrer und Schüler werden die Kräfte für die notwendigen Hausfeuerwehrrupps, für die Ordner, Melder und Laienhelfer entnommen. Es wird zu den wichtigen Aufgaben des Schulluftschußleiters gehören, bei dem häufigen Wechsel der Lehrer und Schüler dauernd dafür zu sorgen, daß diese Trupps vollzählig sind. Die Schußräume und die Wege zu ihnen müssen deutlich gekennzeichnet sein. Für die Verdunkelung muß alles vorbereitet sein.<sup>2</sup>

Die Übungen werden zunächst Alarmproben darstellen. Zu ihrer Vorbereitung muß ein genauer Luftschußplan für die Schule aufgestellt werden. Jeder muß wissen, was er im Alarmfall zu tun hat: die Brandwachen beziehen ihre Posten, die Hausfeuerwehr macht alle Geräte zum Einsatz fertig, die Laienhelfer begeben sich in den für sie vorbereiteten Teil des Schußraumes, die übrigen Schüler gehen unter Führung ihrer Lehrer, oder, wenn diese bei den genannten Trupps eingesetzt sind, der Ordner, auf vorgeschriebenem Weg in den für sie bestimmten Schußraum. Schulsachen, Mäntel, Mützen werden mitgenommen. Ordner schließen die Fenster und Türen; der Luftschußhauswart<sup>2</sup> stellt den Hauptgashahn ab. Wenn alles auf seinem Posten bzw. im Schußraum ist, schließt der Luftschußhauswart die Gaschleuse und die Türen des Schußraumes.

Damit die Alarmierung klappt — und das muß sie, wenn sie überhaupt einen Sinn haben soll — ist es gut, in den Klassen Anschläge zu machen, aus denen zu ersehen ist, in welchen Schußraum die Schüler der Klasse gehören, welche Treppe

<sup>2</sup> Auf die Schwierigkeit, daß Lehrer und Schüler nicht immer im Schulhaus sind, sei hingewiesen. M. E. muß deshalb auch noch ein Luftschußhauswart (meist wohl der Schulhausmeister, der im Gebäude wohnt) bestellt werden.



usw. sie benutzen sollen und wer Ordner ist, wenn der Lehrer die Klasse nicht führen kann. Notwendig ist ferner, daß das Alarmsignal angegeben ist, damit keine Irrtümer entstehen. Auch das Verhalten im Schußraum muß geübt werden. Selbstverständlich wird es nur selten einmal möglich und angezeigt sein, die Schüler lange im Schußraum zu lassen. Ich weiß aber nicht, ob man nicht doch dieses Opfer an Zeit einmal bringen sollte, um die Schüler an eigenen Leibe erfahren zu lassen, wie solch ein Aufenthalt in einem luftdicht geschlossenen, stark belegten Raum auf sie wirkt. Die allmählich eintretende Belästigung durch Kohlendioxyd, Wasserdampf, steigende Temperatur und durch die Ausdünstungen muß ertragen werden; jeder Schüler sollte aber wissen, daß er sie ertragen kann. — Bei dieser Gelegenheit ist auch daran zu denken, wie die Kinder im Schußraum beschäftigt werden können. Da sich niemand unnötig bewegen darf, kommt wohl nur Vorlesen, Rätselraten, Erzählen und Musik (Grammophon) in Frage. Ebenso wie die Alarmierung ist auch das Verhalten bei der Entwarnung zu üben. Die Schußräume dürfen nur verlassen werden, wenn der Schulluftschußleiter es anordnet. Im Ernstfall wären die Schüler zu entlassen, damit die Eltern möglichst bald über das Schicksal ihrer Kinder beruhigt werden. Für den Heimweg dürften die Vorsichtsmaßregeln angezeigt sein, die oben für die wenig gefährdeten Orte vorgeschlagen worden sind. Vor allem wäre darauf zu achten, daß kein Schüler sich unnötig auf der Straße aufhält und die Arbeiten stört, die nach der Entwarnung einsetzen. Stellen, die als Kampfstoffverdächtig bezeichnet oder wegen Einsturzgefahr abgesperrt sind, müssen vorsichtig umgangen werden. Blindgänger und Bombensplitter dürfen auf keinen Fall berührt werden.

Nach den Alarmproben wird man den Unterricht fortsetzen. Wenn die Entlassung geübt werden soll, wird man die Probe so legen, daß die Schüler sowieso im Anschluß an sie den Heimweg antreten.

Wenn dieser Normalfall geübt ist, kann man daran denken, durch besondere Annahmen die Übung zu erschweren. Man wird etwa voraussetzen, daß der Angriff überraschend gekommen ist und bereits Treffer im Gebäude erzielt sind. Man wird also gewisse Treppen und Wege sperren, da sie als zerstört oder gefährdet anzusehen sind; man wird später die Räumung eines Schußraumes unter der Annahme vornehmen, daß er beschädigt und nicht mehr gasdicht ist; man wird gegebenenfalls sogar den Fall einüben, daß mehrere Räume unbrauchbar geworden sind und ihre Insassen in benachbarte Häuser geführt werden müssen.

Solche Übungen, die den Alarm für die ganze Schule zum Gegenstand haben, müssen natürlich in mehrfacher Richtung sorgfältig vorbereitet sein. Es muß zunächst alles im Unterricht vorher besprochen werden, damit die notwendigen Verhaltensmaßregeln sowohl ihrem Inhalt als auch ihrer Begründung nach bekannt sind. Die Ordner sind besonders genau zu unterweisen, damit sie sich zu helfen wissen, wenn etwas anders kommt, als es vorgesehen war. Es dürfte sich empfehlen, mit diesen Ordnern allein Übungen abzuhalten und dabei durch geeignete Angaben möglichst verschiedenartige Situationen herzustellen.

Dasselbe gilt von den *Ü b u n g e n*, die mit der Hausfeuerwehr und mit den Laienhelfern ausgeführt werden müssen. Wie der zuständige Referent im Reichsluftfahrtministerium, Ministerialrat *L i n d n e r*, in dem ausgezeichneten Sammelwerk „Der zivile Luftschutz“ von *Knipfer-Hampe*<sup>3</sup> betont, sind Jugendliche nach den bisherigen Erfahrungen für die Hausfeuerwehr sehr wohl geeignet,<sup>4</sup> da sie sich ihrer Aufgabe „mit besonderem Eifer, Schneid und Gewandtheit“ unterziehen (S. 188). Er fordert deshalb, daß Brandverhütung und praktische Brandbekämpfung „in Zukunft Unterrichtsgegenstand aller Erziehungsgemeinschaften werden“ sollten (S. 199). Diesem Wunsche wird man nur zustimmen können, denn da es bei jedem Luftangriff mit Brandbomben darauf ankommt, mehr Brände zu entfachen, als gelöscht werden können, damit aus dem Einzelbrand die alles zerstörende Feuersbrunst wird, kann die Zahl der gut ausgebildeten Hausfeuerwehren nicht groß genug sein. Nur so ist es möglich, der Brände im Entstehen Herr zu werden.

Die Übungen, die auf dem Gebiete des Brandschutzes durchgeführt werden müssen, sind durch die Anforderungen bedingt, die an die Hausfeuerwehr zu stellen sind. Ich folge hier den Ausführungen *L i n d n e r*s: „Der Hausfeuerwehrmann muß es verstehen, im Qualm zu atmen und sich zurechtzufinden, zum Brandherd vorzudringen und das Löschwasser wirksam anzuwenden. Er muß wissen, wann im Brandraum Luft gemacht werden muß, muß die Stichflammengefahr kennen und Deckungen ausnutzen können. Seine Ausbildung hat auch das Erkennen und Bekämpfen von Schwelbränden zu umfassen . . .“<sup>5</sup> Darüber hinaus muß die Hausfeuerwehr auch in stande sein, andere als nur Entstehungsbrände wirksam und energisch zu bekämpfen. Das bezieht sich sowohl auf Dachstuhlbrände als auch auf das Übergreifen des Feuers von einem Stockwerk auf das andere.

Daraus ergibt sich, was die Schule neben einer gründlichen theoretischen Unterweisung über die Brandgefahr, die Brandstoffe, die Brandbomben und die Brandbekämpfung an praktischer Ausbildung leisten kann. Man wird damit beginnen, kleine Feuer durch Wasser (d. h. durch Abkühlung des brennenden Stoffes unter die Entzündungstemperatur) oder durch Bewerfen mit Sand (d. h. durch Sauerstoffentziehung) abzulöschen. Wenn Feuerlöcher vorhanden sind, können sie in die Übung einbezogen werden. Ihre Wirkungsweise muß erklärt werden. Ob man es wagen darf, Übungen im verqualmten Raum zu machen, erscheint mir zweifelhaft, zumal es auch für die Schule schwierig sein dürfte, solche Räume herzustellen. Daran müssen sich Übungen mit zunächst kleinen, dann größeren Thermit-Elektron-Brandsägen<sup>6</sup> anschließen. Man wird zeigen, daß die plötzliche Anwendung von

<sup>3</sup> Verlag D. Stollberg G. m. b. H., Berlin SW 11, 1. Aufl. 1934.

<sup>4</sup> Vgl. auch *H. Lanwehr*, Sollen wir Brandschutzübungen treiben? („Luftfahrt und Schule“, 2. Jg. 1936/7, Heft 3).

<sup>5</sup> *Lindner*, a. a. O. S. 199.

<sup>6</sup> Zu beziehen z. B. durch die Fabrik Dr. *H. Stolzenberg*, Hamburg I, die Hanseatische Apparatbau-Gesellschaft, Kiel, u. die Deutsche Morz-Brenner-Gesellschaft m. b. H., Berlin SW 19.

viel Wasser nicht angezeigt ist, da wegen der raschen Dampfbildung der Brandsatz auseinanderfliegt, neue Brandherde schafft und die Löschmannschaft gefährdet. Solche Brandsätze werden erfolgreich mit Sprühstrahlen angegriffen, unter deren Wirkung sie zwar etwas spritzen, aber doch unschädlich werden. Dann kommt die Aufgabe, den in der Umgebung entstehenden Brand mit viel Wasser zu löschen. Bei all diesen Löschübungen sollten nur die behelfsmäßigen Mittel verwandt werden, die einer Hausfeuerwehr tatsächlich zur Verfügung stehen. Daß bei ihnen mit größter Vorsicht vorgegangen werden muß, braucht wohl nicht besonders betont zu werden. Zweckmäßig wird man alle Übungen im Freien vornehmen.

Zum Schluß dürfte es sich empfehlen, die Wirkung der Phosphorbomben vorzuführen, vor allem zu zeigen, daß Phosphor zwar mit Wasser zum Erlöschen gebracht werden kann, sich aber wieder entzündet, wenn das Wasser verdunstet ist. Auch 5%ige Kupfersulfatlösung löscht nicht sicher ab.

Da die Hausfeuerwehr im Ernstfall nicht im Schutzraum bleiben kann, muß sie mit Gasmasken versehen sein. Nach den Versuchen, die Wollin und Seidl in Branienburg mit etwa 1000 Schulkindern angestellt haben,<sup>7</sup> besteht sehr wohl die Möglichkeit, auch Jugendliche mit passenden Gasmasken zu versehen. Die vorhandenen Typen reichen aus. Auch haben die Schüler und Schülerinnen die Masken längere Zeit getragen (z. B. sogar bei lebhafter Bewegung), ohne daß sich Schädigungen gezeigt haben. Selbstverständlich muß das Tragen der Gasmaske und besonders das Arbeiten unter Gasschutz geübt werden, da sonst ein schnelles Versagen zu befürchten ist. Für solche Übungen in der Schule habe ich zusammen mit Dr. Meyer und Major Borowicz<sup>8</sup> bereits einige Vorschläge im Anschluß an P. Seidl gemacht.<sup>9</sup> Es ist dort das Grundsätzliche über die Arten der Übungen, über das Auf- und Absetzen der Maske und über ihre Prüfung gesagt. Einen ausführlichen Lehrgang (16 Übungsstunden in 4 Wochen) gibt P. Seidl im Heft 4 der Zeitschrift „Die Gasmaske“ (1933).<sup>10</sup> Seidl beschreibt ausführlich das Verpassen der Masken, das Auf- und Absetzen, einfache und schwierige Atemübungen, das Wechseln der Filter in gefährdeter Umgebung, schließlich Leistungsübungen und das Arbeiten unter Maskenschutz. Alle Angaben sind durch Bilder genügend erläutert.

Für Schüler dürfte der vollständige Lehrgang nicht in Frage kommen, da er in der vorliegenden Form für die Mannschaften des Sicherheits- und Hilfsdienstes bestimmt ist. Aber trotzdem kann er dem Lehrer, der Gasmaskenübungen durchführen will, einen guten Anhalt geben für den Weg und die Reihenfolge, die er einzuhalten hat. Daß solche Übungen mit gutem Erfolg in der Schule möglich sind, beweist z. B. das Landschulheim Hohenlychen. Ich verweise hier auf den Bildbericht in dem Heft

<sup>7</sup> Wollin=Seidl, Gesichter und Gasmasken. „Die Gasmaske“, 1934, Heft 5.

<sup>8</sup> Meyer=Sellien=Borowicz, Schule und Luftschutz. N. Oldenbourg, München 1934, S. 126/8.

<sup>9</sup> P. Seidl, Wie lernt und lehrt man die Handhabung von Atemschutzgeräten? „Die Gasmaske“, 1932, S. 161 ff.

<sup>10</sup> Als Sonderdruck für RM. —.20 von der Degea=AG. (Auergef.), Berlin O 17, zu beziehen.

„Die Schule im Dienste des Luftschutzes“, der vom Zentralinstitut für Erziehung und Unterricht, Berlin, herausgegeben ist. (S. 14 ff.<sup>11</sup>) Man sieht an diesen Bildern, daß es gelingt, recht beachtliche Leistungen zu erzielen, die als gute Vorbereitung für den Luftschutzdienst angesehen werden können.

Die Schwierigkeit, solche Übungen durchzuführen, liegt vor allem auf finanziellem Gebiet, da eine vollständige S-Maskenausrüstung immerhin noch 14,50 RM. kostet.<sup>12</sup> Trotzdem wird jede Schule daran denken müssen, mehrere solcher Masken zu beschaffen, damit sie zur Übung benutzt werden können und im Ernstfall bereitstehen. Diese Masken müssen natürlich trocken und gegen Staub und grelles Licht geschützt aufbewahrt werden. Nach jedem Gebrauch werden sie gut getrocknet, gereinigt und z. B. mit Carvasept, Trioform oder Sagrotan<sup>13</sup> desinfiziert. Diese Art der Desinfektion bedeutet aber noch keine restlose Beseitigung aller Keime. Das ist z. B. durch das Kaliumpermanganat-Paraformverfahren zu erreichen.<sup>14</sup>

Unter der Gasmaske müssen teilweise auch die Übungen in der ersten Hilfe ausgeführt werden. Beginnen wird man allerdings mit einfacheren Übungen, die aber selbstverständlich alle nur bei sachverständiger Anleitung durchgeführt werden dürfen. Entweder muß also der Lehrer selbst als Amtsträger des RW. die Genehmigung haben, Laienhelfer auszubilden, oder aber man muß sich darauf beschränken, nur Schüler und Schülerinnen, die bereits vom RW. als Laienhelfer ausgebildet sind, zu den Übungen heranzuziehen. Bei den Übungen handelt es sich um den sachgemäßen Transport der Gasranken, gegebenenfalls mit behelfsmäßigen Mitteln, um die Durchführung der künstlichen Atmung und das Anlegen einfacher Notverbände. Injektionen und Sauerstoffbehandlung kommen nach Lage der Dinge für die Schule nicht in Frage. Man vergesse nie, daß es sich nicht um die wirkliche Ausbildung von Laienhelfern handelt, sondern daß diese Arbeit nur geeignet vorbereitet und unterstützt werden kann. — Beispiele solcher Übungen sind ebenfalls in dem oben bereits erwähnten Büchlein „Die Schule im Dienste des Luftschutzes“ aufgeführt: sowohl von einer Görlitzer Volksschule als auch vom Landschulheim Hohenlychen findet man Bilder von Trageübungen.<sup>15</sup>

Verdunklungsübungen kommen für die Schulen ebenfalls in Betracht, da im Winter häufig Unterricht zu Zeiten ist, wo künstliches Licht gebraucht wird. Ob die Verdunkelung durch lichtdichte Vorhänge bewerkstelligt werden soll oder ob behelfsmäßige Mittel (schwarzes, undurchlässiges Papier, gegebenenfalls in leichtem Holzrahmen) verwandt werden soll, ist Sache des Unterhaltsträgers, der die Gelder dafür zur Verfügung stellen muß. Bei gefährdeten Schulen sollte man behelfs-

<sup>11</sup> Zirkelverlag, Berlin N 65.

<sup>12</sup> Zu beziehen durch d. Wesma-Verteilungsstelle f. S-Masken, Berlin W 57, Potsdamer Str. 71.

<sup>13</sup> Vgl. dazu E. Smolezyk, Die Gasmaske und ihre Pflege. („Luftfahrt und Schule“, 1. Jg., 1935/6, S. 267 ff.)

<sup>14</sup> Vgl. Wirth-Muntzsch, Die Gefahren der Luft u. ihre Bekämpfung, Berlin 1935, 2. Aufl. S. 205.

<sup>15</sup> Ich verweise auch auf den Bericht von M. Jacob, Berliner Fachschülerinnen in der praktischen Luftschutzarbeit. („Luftfahrt und Schule“, 1. Jg., S. 245 ff.)

mäßige Mittel nicht anwenden. Aber den Schülern sollte im Werkunterricht gezeigt werden, wie sie sich solche Verdunkelungseinrichtungen herstellen können.

Zum Schluß sei noch auf die Horchübungen hingewiesen, die ihre große Bedeutung für die im Flugmeldebedienst tätigen Personen haben. Wieder ist es natürlich Sache dieser Organisation des zivilen Luftschutzes, ihre Horcher zweckmäßig zu unterweisen. Trotzdem sollte die Schule nicht an dieser Übungsmöglichkeit vorübergehen, wenn auch die Zahl der Schüler, die davon Gebrauch machen können, nur klein ist. Mit Recht meint Baehmann im Vorwort zu seiner vortrefflichen kleinen Schrift „Schule des Horchens“,<sup>16</sup> daß solche Übungen dazu beitragen können, „daß der Mensch der Natur wieder nahekommt und wieder lernt, seine Sinnesorgane zu gebrauchen“. Er gibt daher Anweisungen, wie das „arg vernachlässigte Gehörorgan geübt und in seiner Leistungsfähigkeit gesteigert werden kann“. Die im 4. Abschnitt ausführlich beschriebenen Horchübungen sind so einfach, erfordern so wenig Hilfsmittel und dürften bei richtiger Durchführung die Schüler so interessieren, daß man sie in die Schulung einbeziehen sollte. Es kommt hinzu, daß sie z. B. im Zimmer ausgeführt werden können. Die übrigen eignen sich, nachdem sie auf dem Turnplatz geübt sind, sehr schön für Wanderungen, wo man vielleicht auch einmal Gelegenheit haben wird, ein Flugzeug als Schallquelle zu benutzen. Auf Einzelheiten für diese Übungen kann ich verzichten. Ich verweise auf das Büchlein von Baehmann.

Unterstützt werden müssen alle diese verschiedenen Arten von Übungen durch gute Vorbereitung im Unterricht. Dazu gehört auch eine richtige Einübung der Fachausdrücke, da Voraussetzung für das reibungslose Arbeiten des Luftschutzes ist, daß alle Befehle, Meldungen usw. klar sind und keinen Anlaß zu Verwechslungen geben. So hat bei einer großen Übung ein Unterführer einen „Gastrupp“ angefordert. Die Bezeichnung ist nicht eingeführt; vermuten kann man, daß ein Entgiftungstrupp oder aber ein Fachtrupp der Gaswerke gemeint ist. Ähnlich liegt es bei Meldungen und Berichten. Eine Meldung: „Gasranke in der 3. Straße. Sanitätstrupp eingesetzt“ ist unklar, da der Empfänger des Berichts daraus nicht entnehmen kann, ob der Sanitätstrupp zur Hilfeleistung eingesetzt wurde, also alles in Ordnung ist, oder ob der Sanitätstrupp bereits an anderer Stelle gebraucht wurde, also nicht mehr verfügbar ist. In dem Fall, der dieser Darstellung zugrunde liegt, war das letztere gemeint!

Hier kann der Deutschunterricht viel helfen. Aber auch bei den Luftschutzübungen wird man auf diese Dinge achten müssen. —

Der praktische Wert der Luftschutzübungen in der Schule ist, wenn sie gut durchgeführt werden, nicht zu bestreiten. Sie bereiten die Selbstschutzkräfte vor, die in großer Zahl gebraucht werden. Aber auch die Schule kann aus ihnen für ihre Erziehungsarbeit sehr wohl Nutzen ziehen. Hier wird Erziehung zur Tat und durch die Tat geleistet. Manche Übung stellt eine ausgezeichnete Charakterschule dar. Sie ist aber auch dem Lehrer ein gutes Mittel, um Charakter- und Führereigenschaften zu erkennen.

<sup>16</sup> Leipzig 1934 (Verlag B. G. Teubner), 65 S.

## Allgemeine Veranstaltungen der Schule zur Förderung des Luftfahrtgedankens

Von Franz Braun

Der Flugerlaß des Reichsministers für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung vom November 1934 sieht in dem Luftfahrtgedanken ein Konzentrationsgebiet, das alle Fächer durchdringen und die Schüler allseitig erfassen und im nationalsozialistischen Sinne bilden und formen soll.

Aus der Verbindung von handwerklicher Übung (Modell- und Flugzeugbau) mit praktischem Segelfliegen, von technisch-wissenschaftlicher Durchbildung mit charakterlicher und weltanschaulicher Schulung ergibt sich ein organischer Aufbau, eine Geschlossenheit und Vielseitigkeit wie sonst nirgendwo. Der Luftfahrtgedanke kann von den verschiedenen Fächern her in immer neuem Lichte behandelt werden, ein Gebiet wird das andere stützen und fördern. Das Interesse wird auf diese Weise um so stärker angeregt. Es ist aber notwendig, die Verbindungen zwischen den Fachgebieten auf den einzelnen Klassenstufen zu verabreden und planmäßig festzulegen.

Den Höhepunkt soll das Erlebnis bilden, das die eigentliche Tiefenwirkung sichert. Dem muß aber die sachliche und technisch-wissenschaftliche Grundlegung vorausgehen, sonst kann die künstlerische Gestaltung des Fliegererlebens nicht die volle Wirkung haben.

Aber auch die technisch-wissenschaftliche Arbeit sollte vorbereitet sein, indem man das Interesse dafür weckt und die Flugbegeisterung anfacht. Dafür bieten sich mannigfache Möglichkeiten. So müssen wir auch die monatlichen Wandertage dafür ausnutzen. Sie erhalten damit in der Gesamtplanung der Luftfahrtforderung einen wichtigen Platz.

Fliegerische Tagesereignisse, Gegenwartsfragen der Luftpolitik u. ä. mögen die Anknüpfungspunkte abgeben.

Die Möglichkeiten werden örtlich natürlich ganz verschieden liegen. Ich nenne den Besuch von Flugplätzen, Wetterstationen, Musterwerkstätten und Sonderausstellungen. Volksflugtage oder der Schulungsbetrieb auf den Übungsplätzen für Motor- bzw. Segelflug werden die Schüler besonders anziehen. Was gibt es da nicht schon alles zu fragen und zu erklären? Ganz von selbst kommen die Jungen mit tausend Fragen. Und das will man ja gerade: Interesse und Begeisterung wecken.

Der Lehrer darf sich bei diesen Besichtigungen aber auf keinen Fall dem glücklichen Zufall überlassen. Er muß genau wissen, was er den Jungen zeigen will, und alles daraufhin vorbereiten. Manche Dinge wird er um des besseren Verständnisses willen schon vorher besprechen. So sollte jeder Lehrer vor der Besichtigung eines Flugplatzes sich selbst an Ort und Stelle alles genau zeigen lassen und Zeit, Führung und Besichtigungsplan mit der Flugplatzverwaltung vereinbaren.

Auf dem Flugplatz selbst wird den Schülern die bis ins kleinste notwendige Zusammenarbeit aller Beteiligten klar werden. Jeder Handgriff ist gleich wichtig, darum trägt jeder an seinem Teile die gleiche Verantwortung. Ein Versäumnis gefährdet Menschenleben. Darum die peinliche Sorgfalt in der Durchführung der Flugsicherung: Wetterdienst, Funkdienst und Bodenorganisation wirken hier zusammen.

Auch der Staat fühlt sich bei den zugelassenen Verkehrseinrichtungen für das Leben seiner Bürger verantwortlich. Darum bewacht die Luftpolizei den Luftverkehr, jeder Überlandflug wird polizeilich „abgefertigt“.

Solche Gelegenheiten werden wir auch dazu benutzen, um den Jungen die Flugzeuge selbst und möglichst die verschiedenen Flugzeugtypen zu zeigen. Dabei werden sie wichtige Einsichten in die Entwicklung der Flugzeuge, die verschiedenen Flugleistungen, in die Gründe, Vorteile und Nachteile der mannigfachen Bauweisen erhalten.

Einige Rundflüge zum Schluß sind sicher der Höhepunkt und schöne Belohnung für leistungsfähige Schüler.

Ebenso bieten Segelflugübungsstätten sehr viel Anregung. Fachmännische Führung ist auch hier anzuraten.

Wo solche Einrichtungen nicht vorhanden sind, muß die Schule sich mit Filmen aus der Fliegerei begnügen.

Ausgezeichnet eignet sich die Zeit des Landheimaufenthaltes einer oder mehrerer Klassen dazu, um eine kleine Flugwoche daraus zu machen, wie wir es versucht haben: Modell- und Drachenbau, Flugphysik, abends Fliegergeschichten, zum Schluß ein kleiner Flugtag mit Modellwettbewerb, Drachenfliegen und Heißballonaufstieg, wozu auch die Dorfjugend miteingeladen war, das bleibt ein Erlebnis für alle Beteiligten und Ansporn zu weiterer Arbeit, zur Vertiefung in die Wissenschaft und Aufgaben der Fliegerei.

Die Werbung für die Luftfahrt muß die ganze Schülerschaft und womöglich auch die Elternschaft erfassen. Dafür eignen sich Modellwettbewerbe, Flugzeugtaufen und Flugvorführungen der Luftfahrtlehrgänge, gesellige Werbeabende mit Vorträgen, Filmvorführungen und Erzählungen der Schüler über ihre eigenen fliegerischen Erlebnisse und ähnliches. Auch Modellbauausstellungen sind zugkräftig. Die in einzelnen Landesgruppen ausgeschriebenen Zeichenwettbewerbe haben recht erfreuliche Ergebnisse gezeitigt. Unternehmungen, wie sie der DLV. mit seinem Modellwettbewerb der Anfänger „Kick in die Welt“ ins Werk gesetzt hat, verdienen in

jeder Weise unsere Unterstützung. Gerade solche Dinge geben die breite Basis für den späteren Aufbau unserer Arbeit.

Nicht bloß für die Sieger solcher Wettbewerbe, auch sonst zur Auszeichnung besonderer Leistungen in der Schule ist die Gewährung von Freiflügen der Luft-*hanfa* eine sehr geschätzte Anerkennung. Darauf ist immer wieder hinzuwirken. Fliegerische Erfolge, Prüfungen usw. müssen ebenso, wie Siege in anderen Sportarten vor versammelter Mannschaft mitgeteilt oder am Schwarzen Brett bekanntgemacht werden. Flugbegeisterte lassen sich auch gerne eine Beihilfe für einen Flugkursus gefallen.

In Schulen, die nicht wie unsere Berliner dauernd das Surren und Drummen der Flugzeugmotore über sich hören, erinnere man täglich durch den Bildschmuck in den Klassen und auf den Fluren, oder durch Aushang von Photographien der örtlichen Segelflieger- und Modellbaugruppe an die Aufgaben der Luftfahrt.

Die Schüler sind für alle Fragen der Flugentwicklung, des Luftkampfes, der sportlichen Fliegerei wie des Luftverkehrs brennend interessiert und wollen den neuesten Stand der Dinge erfahren. Sie werden dem Lehrer um so bereitwilliger und aufmerksamer folgen, je sicherer er selbst auf allen Gebieten der Luftfahrt bis zur Gegenwart Bescheid weiß.



## Die Berufe in der Luftfahrt

Von H. Geyer

Fliegen war in den ersten Jahren ein Sport. Er galt nicht nur als überaus lebensgefährlich, sondern noch mehr als eine Tätigkeit für Zirkusleute und Akrobaten. Von einem Beruf konnte man nicht sprechen, denn es war allgemeine Ansicht, daß man höchstens drei Jahre fliegen würde, da es die Nerven nicht länger aushalten könnten. Nur die Tätigkeit des Flugzeugmechanikers konnte als Beruf gelten, denn selbst der Bau von Flugzeugen war eine Art Sport oder Basterei. — Eine gewisse Ähnlichkeit in der Auffassung liegt auch jetzt noch häufig vor. Es gibt noch eine Anzahl von Menschen, die es nicht verstehen können, wenn sich ein junger Mann einen Beruf in der Luftfahrt sucht, besonders da als Beruf häufig nur der Flugzeugführer bekannt ist.

Die Zeiten haben sich jedoch außerordentlich gewandelt. Die Gefährlichkeit ist so weit zurückgegangen, daß die Luftfahrt einen Vergleich mit anderen Gebieten durchaus vertragen kann. Es gäbe sonst keinen so sicheren Luftverkehr und nicht so viel Flugzeugführer, die seit 20, ja 25 und mehr Jahren fliegen. Die Mehrzahl der Unfälle hängt gar nicht mit dem eigentlichen Fliegen zusammen. Nur in wenigen Fällen sind sie das Ergebnis allgemeiner menschlicher oder technischer Unzulänglichkeiten; meist sind sie auf Leichtsinns, Unaufmerksamkeit und Nichtbeachten der gegebenen Vorschriften zurückzuführen. Je besser die Auswahl der in der Luftfahrt tätigen Männer werden wird, desto sicherer wird sie auch werden.

Die Zahl der Berufe in der Luftfahrt ist außerordentlich gewachsen. Allein die Tatsache, daß wir eine starke Luftwaffe, eine weitgreifende zivile Verkehrsluftfahrt, eine hochentwickelte Luftfahrtindustrie und einen ausgedehnten Luftsport haben, zeigt die verschiedenen Möglichkeiten. Alle ergänzen sich gegenseitig und verlangen zum Teil die gleiche Grundausbildung. Sie stehen auch dadurch in enger Wechselwirkung, weil der Sportflieger und der Mann aus Industrie und Verkehr für kürzere oder längere Zeit Soldat werden, und dieser nach Beendigung seiner Dienstzeit sich weiter in der Luftfahrt betätigen kann. Wer sich entschließt, in der Luftwaffe 12 Jahre zu dienen, hat die Möglichkeit, während dieser Zeit eine Ausbildung zu genießen, die ihm einen Übergang in einen Beruf mit höheren Anforderungen, insbesondere Beamtenstellen, ermöglicht. Der Dienst in der Luftwaffe gibt also Aufstiegsmöglichkeiten, die sonst nicht leicht zugänglich sind. Andererseits aber hat jeder, der in jungen Jahren schon eine Spezialausbildung in irgendeinem Zweig der Luftfahrt

genossen hat, große Vorteile in einer militärischen Laufbahn, wenn er sich zum längeren Dienst bei der Luftwaffe entschließt.

Die letzten Jahre haben den Begriff der fliegerischen Bevölkerung geprägt. Wer zu ihr gehört und sich nicht freiwillig bei der Fliegertruppe meldet, wird jetzt zum Dienst bei ihr eingezogen. Auch dieser Begriff zeigt, wie groß die Basis ist, auf der sich die Luftfahrt aufbaut.

Es ist natürlich nicht möglich, im Rahmen eines Aufsatzes eine Schilderung aller Berufe, ihrer besonderen Anforderungen und ihrer Laufbahnen zu geben. Ich muß mich deshalb darauf beschränken, sie kurz in ihren wesentlichen Gruppen zu erwähnen.<sup>1</sup> In der Luftwaffe gibt es als volle Berufslaufbahnen die der Offiziere, der Sanitätsoffiziere, der Waffenoffiziere, der Beamten, der Angehörigen des Ingenieurkorps, der Angestellten und der Lohnempfänger.

Für Offiziere und Sanitätsoffiziere erfolgt die Ausbildung bei der Truppe und ihren Lehreinrichtungen selbst. Für die Waffenoffiziere und für die Angehörigen des Ingenieurkorps ist eine vorhergehende Ingenieurausbildung vorgeschrieben.

In das Ingenieurkorps der Luftwaffe können Diplomingenieure und Ingenieure mit mittlerer technischer Reife übernommen werden. Diplomingenieure haben sich als Vorbereitung hierfür der Ausbildung als Flugbauführer, die mit der Flugbaumeisterprüfung abschließt, zu unterziehen. Für Ingenieure mittlerer technischer Reife (Absolventen einer H. L. L.) führt der Weg ins Ingenieurkorps über eine mehrjährige Dienstzeit als Angestellter innerhalb der Luftwaffe. Abweichend von den Beamtenlaufbahnen bestehen innerhalb des Ingenieurkorps weder Ausbildungsmöglichkeiten noch werden Fachprüfungen abgenommen. Hieraus ergibt sich, daß nur vollverwendbare Kräfte in das Ingenieurkorps übernommen werden können.

Im übrigen ist das Ingenieurkorps ein Beamtenkorps, in dem der Leistungsgrundsatz weitgehend Geltung findet. Lächtigen Ingenieuren steht der Weg bis zu den höchsten leitenden Stellen im Ingenieurkorps offen.

Als Anhalt für die Ausbildung zum Luftfahrtingenieur dient ein von der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt in Berlin-Adlershof zu beziehendes „Merkblatt für das Luftfahrtingenieurstudium“.

Als kurzfristige Laufbahn im Bereich der Luftwaffe ist die Unteroffizierlaufbahn anzusehen. Für sie kommen insbesondere freiwillig dienende junge Soldaten mit handwerklicher Vorbildung in Frage, doch steht diese Laufbahn auch für Angehörige anderer Berufszweige offen, besonders bei der Flakartillerie und bei der Luftnachrichtentruppe. Zu den Speziallaufbahnen gehören der Flugzeugführer, das Flugzeugpersonal, das Flugzeugfunkpersonal, das Waffenpersonal, das Sanitätspersonal, der Feuerwerker und die Verwalter für die verschiedenen Gerätegruppen und für Bekleidung, die Rechnungsführer, das Flugbildpersonal, die Musiker, die Anwärter für die Beamten-(Einheits-)Laufbahn und das Kraftfahrpersonal.

<sup>1</sup> Ausführliche Angaben enthält das Buch Geyer: „Deutschlands Luftfahrt und Luftwaffe.“ Verlag W. de Gruyter & Co., Sammlung Götschen, Band 1107.

Die Dienstzeit des zweijährig dienenden Soldaten kann nicht unter den Begriff Beruf fallen. Doch ist auch während dieser Dienstzeit eine Fortbildung im gelernten Beruf möglich, sofern dieser in irgendeiner Form im Betriebe der Luftwaffe vorkommt. Aber auch die Angehörigen anderer Berufe haben während ihrer Dienstzeit die Möglichkeit, neben ihrer für das ganze Leben wichtigen soldatischen Erziehung Tätigkeiten auszuüben, die für ihre allgemeine Ausbildung und damit auch für ihren Beruf wichtig sind. Es ist ja gerade ein Vorteil der Dienstzeit, daß man aus dem engeren Raum seines bisherigen Berufes herausgerissen wird und einen Einblick in andere Verhältnisse und Möglichkeiten bekommt.

Beamte sind in der Luftwaffe je nach der erlangten Schulbildung in den Laufbahnen des höheren, gehobenen mittleren, einfachen mittleren und unteren Dienstes tätig. Man unterscheidet technische und nichttechnische Beamte.

Für den höheren Dienst (Verwaltung, Kriegsgerichtsbarkeit, Wetterdienst, Bauverwaltung, Fachschuldienst u. dgl.) ist die Ablegung der für diese Laufbahn vorgeschriebenen Staatsprüfungen erforderlich.

Zu den Beamtenlaufbahnen des gehobenen mittleren Dienstes werden wie bei allen Behörden des Reiches, der Länder und Gemeinden Versorgungsanwärter, d. h. Soldaten, die nach 12jähriger Dienstzeit in Ehren ausscheiden, einberufen. Daneben können Soldaten mit mindestens Primarreise, die ihrer Wehrpflicht bei der Luftwaffe genügen, als Truppenanwärter zugelassen werden. Den Versorgungsanwärtern wird eine für die Laufbahn erforderliche Schulbildung während ihrer Dienstzeit als Soldat durch die Wehrmachtfachschule vermittelt, ohne daß sie dafür eigene Mittel aufwenden müssen. Der 12jährige Dienst bei der Luftwaffe ermöglicht also dem Volksgenossen, der wegen Mittellosigkeit seiner Eltern vor Erfüllung seiner Wehrpflicht eine seiner Begabung entsprechende Schulbildung nicht erlangen konnte, doch noch den Aufstieg in gehobene Beamtenlaufbahnen. Er schafft dem Tüchtigen freie Bahn im besten Sinne dieses Wortes. Durch Ablegung einer „Abschlußprüfung II“ einer Fachschule der Wehrmacht wird entweder die erforderliche Allgemeinbildung für den Verwaltungsdienst oder eine dem Abschluß einer höheren technischen Lehranstalt entsprechende technische Ausbildung nachgewiesen. Beamte des gehobenen mittleren technischen und nichttechnischen Dienstes sind als Inspektoren, Oberinspektoren, Amtmänner und Amtsräte in verantwortungsvollen Stellungen der Luftwaffe und zivilen Luftfahrt tätig. Ihnen obliegt die Versorgung der Truppe mit allem, was sie braucht. Als technische Beamte werden sie im Fliegerbildwesen, im Kraftfahr-Nachrichten-, Flugzeug-, Flugsicherungswesen, im Munitions- und Waffenmeisterdienst, im bautechnischen Verwaltungsdienst und im Reichswetterdienst eingesetzt. Sie haben das technische Gerät ihres Faches zu überwachen und zu verwalten. Die Leitung wichtiger technischer Betriebe liegt in ihren Händen. Die vielseitigen Kenntnisse, die von einem technischen Beamten verlangt werden, können nicht in kurzer Zeit erworben werden. Jeder junge Mann, der seine spätere Zulassung zu einer gehobenen mittleren technischen Beamtenlaufbahn der Luftwaffe erstrebt, soll daher

bereits, bevor er Soldat wird, eine seinem späteren Beruf nützliche technische Ausbildung erworben haben. Er soll mindestens eine mit Gesellenprüfung abgeschlossene handwerkliche Ausbildung mitbringen. Als handwerkliche Berufe kommen besonders in Betracht: Schlosser, Maschinenbauer, Maschinenschlosser, Motorenschlosser, Elektriker, Elektrotechniker, Elektromechaniker, Elektroinstallateure, Elektromonteuere, Büchsenmacher, Feinmechaniker, Photographen, Uhrmacher usw.

Zu den Beamtenlaufbahnen des einfachen mittleren Dienstes werden bei der Luftwaffe wie bei allen anderen Behörden Versorgungsanwärter zugelassen. Auch für diese Laufbahnen wird die Vorbildung durch die Wehrmachtfachschule vermittelt und durch Ablegung der „Abschlußprüfung I“ nachgewiesen. Diese Beamten arbeiten als Assistenten und Sekretäre im einfachen mittleren Büro- und Registratordienst. Als technische Assistenten und technische Sekretäre sind sie im Flugdienst für die Funkverbindung zwischen Flugzeug und Flughafen verantwortlich und haben im Peildienst das Flugzeug auch bei schlechtem Wetter sicher zum Flughafen zu führen. Im Reichswetterdienst haben sie den Meteorologen zu unterstützen, die Instrumente zu warten und einfache Beobachtungen selbst vorzunehmen. Im Fliegerhorst obliegt ihnen als Brandmeister die Leitung der aus Soldaten und Arbeitern bestehenden Fliegerhorstfeuerwehr. Als Werkführer und Meister leiten sie Schneider- und Schuhmacherwerkstätten der Luftwaffenbekleidungsämter. Auch wer später Beamter des einfachen mittleren technischen Dienstes der Luftwaffe werden will, soll bereits vor Beginn seiner Dienstzeit als Soldat eine der Fachrichtung entsprechende handwerkliche Ausbildung erworben haben.

Beamte des unteren Dienstes können nur Versorgungsanwärter werden. Eine Abschlußprüfung einer Fachschule der Wehrmacht brauchen sie nicht bestanden zu haben. Sie werden im nichttechnischen Dienst als Amtsgehilfen verwendet. Im technischen Dienst betreuen sie als Maschinenmeister die Heizungsanlagen und sonstigen technischen Einrichtungen größerer Bauwerke oder Betriebe.

Für Angestellte gilt Ähnliches hinsichtlich Vorbildung und Aufgaben, wie für Beamte. Auch sie haben meist Dauerstellen.

Angestellte und Lohnempfänger gibt es hauptsächlich in den zahlreichen technischen Betrieben und in den Büros der Luftwaffe. Es ist selbstverständlich, daß die Luftwaffe Wert darauf legt, Mitarbeiter zu erhalten, die in den Reihen der Luftwaffe gedient haben. Diese Stellen haben den Vorteil, daß es sich in fast allen Fällen um Dauerstellungen, zum Teil auch mit Aufstiegsmöglichkeiten, handelt. Also auch der Soldat mit nur 2jähriger Dienstzeit hat die Möglichkeit, sich im Bereich der Luftfahrt eine Lebensstellung zu erringen, wenn er den Anforderungen genügt.

Innerhalb der verschiedenen großen Gruppen, also Soldaten, Ingenieure, Beamte, Angestellte und Lohnempfänger, gibt es noch eine ganze Reihe von Spezialtätigkeiten, die sich zum größten Teil auch in der zivilen Luftfahrt wiederholen. Da sind zunächst die verschiedensten handwerklichen Berufe, insbesondere Werkmeister, Flugzeugmechaniker und -schlosser, Motoren- und Werkzeugschlosser, Schmiede,

Klempner, Tischler, Sattler, Schweißer, Elektriker, Feinmechaniker, Spleißer, Optiker und ähnliche Berufe, daneben Lagerpersonal, Bürohilfskräfte, Zeichner, Drucker, Bildpersonal, Kaufleute, Bootspersonal, Nachrichtenpersonal, wissenschaftliche und technische Lehrer.

Die fliegenden Besatzungen, also Flugzeugführer, Beobachter, Bordmechaniker und Bordfunker erhalten ihre Ausbildung während ihrer Wehrdienstzeit auf Grund ihrer besonderen Veranlagung und Vorbildung.

Flugzeugführer können sowohl Offiziere als auch Soldaten und Unteroffiziere werden; auch als Hilfsbeobachter kommen Unteroffiziere in Frage; die Stellen der Bordmechaniker und Bordfunker sind Unteroffiziersstellen.

Die Luftnachrichtentruppe benötigt eine große Zahl von Soldaten, die eine Spezialausbildung auf dem Gebiet des Nachrichtenwesens erhalten und auch in der Lage sein müssen, das empfindliche Bodengerät instandzuhalten.

Infolge der Notwendigkeit einer großen Beweglichkeit müssen auch alle Berufe des Kraftfahrwesens in der Luftwaffe vertreten sein; also nicht nur Kraftfahrer, sondern auch alle Handwerker und die entsprechenden technischen und Verwaltungsbeamten des Kraftfahrwesens.

In der zivilen Luftfahrt wiederholen sich, wie schon gesagt, die gleichen Berufe, soweit sie nicht rein militärischer Natur sind, nur mit dem Unterschied, daß mehr Kaufleute, Buchhalter, Verkehrsfachleute und Bürohilfskräfte gebraucht werden. Auch für diese Berufe sind allgemeine und oft auch technische Kenntnisse auf dem Luftfahrtgebiet wichtig. Nichts ist besser geeignet, diese zu erwerben, als der Dienst bei der entsprechenden Waffengattung der Luftwaffe. Als fliegendes Personal der zivilen Luftfahrt kommen nur Bewerber in Frage, die die gleiche Tätigkeit in der Fliegertruppe ausgeübt haben.

Einer besonderen Erwähnung bedarf vielleicht noch die wissenschaftliche Forschung und die Lehrtätigkeit. Hier werden auf den Gebieten der Aerodynamik, der Statik und der Werkstoffkunde, des Motoren-, Nachrichten- und Navigationswesens, der Meßgeräte, der Kraft- und Schmierstoffe und manchen anderen die verschiedensten Spezialisten benötigt. — Es sei auch nicht vergessen, daß die Luftschiffe Personal der verschiedensten Art, wenn auch in geringem Umfang, benötigen.

Sind hier in kurzen Zügen die vielseitigen Berufsgebiete aufgezeichnet, so darf dieses Kapitel nicht abgeschlossen werden, ohne noch einige Worte zur Berufswahl zu sagen, da es sich für die Jugend um den wichtigsten Schritt ihres Lebens handelt. Erste Voraussetzung ist Kenntnis des Berufes und seiner Anforderungen. Der Beruf soll nicht nur Broterwerb sein, sondern er muß so gewählt werden, daß er zur Lebensaufgabe wird, die Möglichkeit zu besten Leistungen bietet und den Menschen damit zu freudigen und zufriedenen Mitarbeitern macht. Deshalb sind die charakterliche, körperliche und geistige Eignung und die Neigung zu dem Beruf ausschlaggebend. Es hat keinen Sinn, das Ziel zu hoch zu stecken; ein tüchtiger Handwerker wird im Leben glücklicher werden als ein Angehöriger eines geistigen Berufes,

wenn die Fähigkeiten hierzu nicht ausreichen. Es kommt im Leben immer nur darauf an, wie man den Posten ausfüllt, auf den man gestellt wurde, niemals auf die Bewertung, die früher üblich war.

Die Luftfahrt muß an sehr vielen Stellen besonders hohe Anforderungen an Charakterstärke, Zuverlässigkeit, Verantwortungsbewußtsein, Pflichtgefühl und fachliches Können stellen. Deshalb bedarf sie solcher Mitarbeiter, die diese Bedingungen in hohem Maße erfüllen. Die charakterlichen und geistigen Eigenschaften sind hier mit voller Absicht vorangestellt. Wer diese besitzt, wird auch das Fachkönnen erlernen. Aber jeder Mann, der etwas leisten will, strebt ja auch nach einer Tätigkeit, in der er Verantwortung zu tragen hat, denn diese gibt ihm das Bewußtsein, daß man ihm vertraut, und damit das Gefühl des eigenen Wertes und ein erhöhtes Selbstbewußtsein. Außerdem bringt es besondere Freude, wenn man an einem Werke mitarbeiten darf, das noch in der Entwicklung ist und dem sich schon viele tüchtige Leute gewidmet haben. Diese innere Befriedigung ist dann der Dank der Luftfahrt für die Hingabe und Mitarbeit.

Auf diese Zusammenhänge und die besonderen Anforderungen hinzuweisen, dürfte eine Pflicht des Lehrers sein, der seinen Schülern Auskunft auf ihre Fragen nach den Berufsmöglichkeiten geben will, denn ein gutes Vorwärtskommen finden sie nur, wenn sie sich wirklich für den erstrebten Beruf eignen. Es kommt in der ganzen Luftfahrt in höchstem Maße darauf an, die richtigen Männer an den richtigen Platz zu bringen. Hier mitzuwirken ist eine dankbare Aufgabe für die deutsche Lehrerschaft, die schon lange den Beweis erbracht hat, daß sie willens ist, den Aufbau der Luftfahrt zu fördern.

## Wetterkunde und Wetterdienst

Von Paul Troll

Die Wetterberatung hat für die gesamte Luftfahrt eine entscheidende Bedeutung und ist sowohl für den zivilen Luftverkehr als auch für die Tätigkeit der Luftwaffe ein unentbehrliches Hilfsmittel geworden. Ein Zusammenarbeiten zwischen dem Wetterdienst und den Flugzeugbesatzungen setzte schon mit dem Zeitpunkte ein, in dem der Aktionsradius der Maschinen und ihre Tragfähigkeit die Möglichkeit zu Überlandflügen und damit die Grundlagen für den Verkehrsflug boten. Diese Zusammenarbeit hat sich im Laufe der Zeit ständig weiterentwickelt, und heutzutage darf im ganzen Reichsgebiet kein Flug ohne vorherige Wetterberatung angetreten werden.

Praktisch wird die Wetterberatung in der Weise gehandhabt, daß die Flugzeugbesatzungen vor Antritt des Fluges an Hand der Wetterkarte eingehend über die Wetterlage und ihre mutmaßliche Entwicklung während des Fluges unterrichtet werden. Neben diese mündliche Beratung tritt die schriftliche Beratung durch den Wetterzettel, der dem Flugzeugführer ausgehändigt wird. Wenn die betreffende Maschine über eine Funkanlage verfügt, besteht außerdem die Möglichkeit, auch während des Fluges Wetternachrichten an die Besatzung gelangen zu lassen, was besonders dann von Bedeutung wird, wenn unvorhergesehene Gefahrenmomente auftreten, die die Sicherheit des Fluges gefährden können. Umgekehrt haben die Flugzeugbesatzungen durch ihre Funkanlage ein Mittel, den Bodenstellen wichtige Beobachtungen mitzuteilen, die dann wieder für weitere Beratungen ausgenutzt werden können.

Ähnliche Grundsätze gelten auch für das Zusammenarbeiten zwischen Wetterdienst und Luftschutz. Hier wird die Wetterberatung vor allem bei der Entscheidung der Frage mitzuwirken haben, in welcher Weise die Abwehrmittel — Flak und Jagdflieger — einzusetzen oder bereitzustellen sind. Soweit es sich dabei um Jagdflüge handelt, ist wiederum für die Sicherheit der Maschinen und ihrer Besatzungen Sorge zu tragen; für die Flak ist besonders auf ballistische Belange zu achten, also auf Richtung und Stärke des Höhenwindes, Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit in den einzelnen Höhen.

Die Arbeitsweise des Wetterdienstes. Die beratende Tätigkeit des Wetterdienstes besteht in der Aufstellung einer Wettervorhersage für eine bestimmte Zeit und für ein bestimmtes Gebiet. Sie beruht auf der Diagnose des vorhandenen

Wetters, d. h. einer Untersuchung der Frage, wie die bestehende Wetterlage zustande gekommen ist, mit anderen Worten einer erklärenden Beschreibung der durch die Wetterkarte dargestellten Wetterlage. Erst wenn man hierüber die nötige Klarheit gewonnen hat, schreitet man zur Prognose, d. h. man beschäftigt sich nun mit der Frage, wie sich in dem betreffenden Gebiet das Wetter in der Zeit gestalten wird, für die die Wettervorhersage zu gelten hat. Die heute bestehende Arbeitsweise des Wetterdienstes ist das Ergebnis einer langen Entwicklung. Sie hat im Laufe der Zeit verschiedene Änderungen erfahren, die einerseits durch die Fortschritte in der wissenschaftlichen Ausgestaltung des Wetterdienstes, andererseits durch die ständig wachsenden an den Wetterdienst zu stellenden Anforderungen bedingt sind.

Das Wetter ist ein bestimmter Zustand der Atmosphäre, hervorgerufen durch das Zusammenwirken der meteorologischen Elemente, Temperatur, Luftdruck und Wind, Luftfeuchtigkeit usw. Um dieses Zusammenwirken der meteorologischen Elemente verstehen zu können, ist es erforderlich, sie zunächst einzeln kurz zu betrachten.

Die Lufttemperatur. Die Quelle für die Erwärmung unserer Atmosphäre ist praktisch allein die Strahlung der Sonne. Diese erwärmt jedoch beim Durchgang durch die Atmosphäre diese unmittelbar nur wenig; sie wirkt vielmehr auf die Erdoberfläche ein, und von hier aus erst wird die Wärme auf die Luft übertragen. Diese Übertragung erstreckt sich zunächst auf die unteren Luftschichten, die der Erdoberfläche unmittelbar aufliegen. Werden nun die unteren Luftschichten infolge der in der Atmosphäre stets vorhandenen vertikalen Durchmischung in die Höhe geführt, so kommen sie unter niedrigeren Druck, sie dehnen sich aus. Diese Ausdehnung bedeutet eine Arbeitsleistung, mithin einen Energieverbrauch; die zu seiner Deckung erforderliche Wärme muß der aufsteigenden Luftmasse selbst entnommen werden, falls keine äußere Wärmezufuhr stattfindet. Hieraus ergibt sich eine mit zunehmender Höhe fortschreitende Abkühlung der aufsteigenden Luft, die — solange die Luft trocken ist, d. h. solange keine Kondensation erfolgt — etwa 1 Grad pro 100 m Höhe beträgt. Umgekehrt kommt eine abwärts bewegte Luftmasse unter höheren Druck; ihre Temperatur steigt durch die Kompressionswärme.

Als vertikaler Temperaturverlauf in der Atmosphäre ergibt sich daher eine von unten nach oben fortschreitende Temperaturabnahme. Diese geht jedoch nur bis zu einer bestimmten Höhe, nämlich soweit die vertikale Durchmischung reicht. Darüber bleibt die Temperatur bis in viele Kilometer Höhe nahezu konstant. In der vertikalen Schichtung der Temperatur besteht somit eine deutliche Grenzfläche, die die Atmosphäre in zwei Teile teilt, nämlich einen unteren Teil, die Troposphäre mit allgemeiner Temperaturabnahme, und einen oberen Teil, die Stratosphäre, in deren unteren Schichten nahezu Temperaturgleichheit (Isothermie) herrscht (Abb. 1). Die Höhe der Grenzfläche schwankt zwischen 16 und 17 km in den Tropen und etwa 8 und 9 km im Polargebiet; in unseren Breiten beträgt sie etwa 11 km. Mit der Höhe ihrer unteren Grenzfläche ändert sich die Temperatur der Stratosphäre, sie



beträgt in den Tropen —75 bis —85 Grad, im Polargebiet —40 bis —50 Grad und in unseren Breiten um —55 Grad.

Die Troposphäre besteht jedoch nicht allein aus Luftschichten mit Temperaturabnahme; es treten vielmehr auch Schichten mit Temperaturgleichheit (Isothermie) oder Temperaturzunahme auf. Solche Schichten mit vertikaler Temperaturzunahme bezeichnet man als Inversionen (Abb. 2). Man unterscheidet zwischen einer Bodeninversion und einer Höheninversion. Die Bodeninversion entsteht durch die nächtliche Abkühlung der Erdoberfläche, die sich dann auf die dem Boden unmittelbar aufliegenden Luftschichten überträgt. Der Temperaturverlauf nach der Höhe ist in diesem Falle gekennzeichnet durch einen an der Erdoberfläche einsetzenden Temperaturanstieg, an den sich in bestimmter Höhe der normale Temperaturabfall der Atmosphäre anschließt. Die Höheninversion kommt auf verschiedene Weise, hauptsächlich aber dadurch zustande, daß eine wärmere Luftmasse über eine kältere strömt. Ihr vertikaler Temperaturverlauf zeigt von der Erdoberfläche aus zunächst Temperaturabnahme, dann sprunghafte Zunahme und endlich darüber wieder Temperaturabnahme. Beide Arten von Inversionen haben eine besondere Bedeutung, die Bodeninversionen für Nebelbildung, die Höheninversionen für Wolkenbildung.

Luftdruck und Wind. In engem Zusammenhange mit der Lufttemperatur stehen Luftdruck und Wind insofern, als Verschiedenheiten in der Lufttemperatur die eigentlichen Entstehungsursachen für die Luftdruckgebilde darstellen. An denjenigen Stellen der Erdatmosphäre, an denen hohe Temperatur herrscht, entsteht ein Tiefdruckgebiet, an Stellen mit niedriger Temperatur ein Hochdruckgebiet. Man bezeichnet Druckgebilde, die auf diese Weise entstanden sind, als thermische Druckgebilde. Hiervon zu unterscheiden sind die dynamischen Druckgebilde, die einen Effekt der Luftströmung darstellen. Durch Luftanhäufung oder Luftanstauung entsteht eine Vermehrung der Luftmasse, ein Hochdruckgebiet, umgekehrt durch Absaugen von Luft eine Verminderung der Luftmasse, ein Tiefdruckgebiet.

Diese Luftdruckunterschiede zwischen Hoch und Tief stellen die eigentliche treibende Kraft dar, die die Luftmassen in Bewegung setzt und damit die Luftströmung auslöst (Gradientkraft). Ist dieser Vorgang einmal eingeleitet, dann beginnt die Erdrotation auf die Luftbewegung einzuwirken, und zwar in der Weise, daß sie auf der Nord-

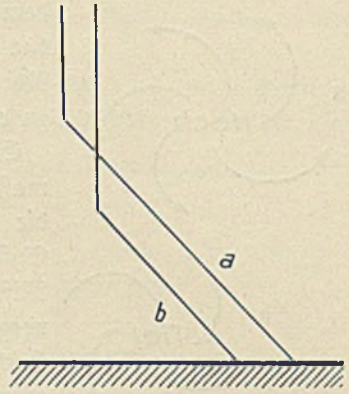


Abb. 1. Vertikale Temperaturschichtung der Atmosphäre; a Tropen, b gemäßigte Breiten.

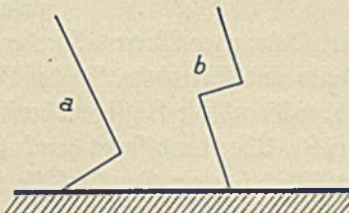


Abb. 2. Inversionen; a Bodeninversion, b Höheninversion.

Halbkugel eine Ablenkung nach rechts, auf der Südhalbkugel eine solche nach links bewirkt. Daraus ergibt sich auf der Nordhalbkugel ein Ausströmen aus dem Hoch im Sinne des Uhrzeigers, ein Einströmen in das Tief gegen den Uhrzeigersinn (Barisches Windgesetz). Auf der Südhalbkugel findet umgekehrt ein Ausströmen aus dem Hoch gegen den Uhrzeigersinn, ein Einströmen in das Tief im Sinne des Uhrzeigers statt. Das für die Nordhalbkugel geltende Strömungssystem ist aus Abb. 3 zu ersehen.

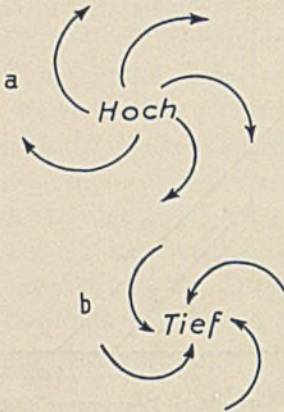


Abb. 3. Luftströmung um Hoch und Tief; a Hoch, b Tief.

Ein Luftdruck- und Strömungssystem größten Ausmaßes bilden die allgemeine Luftdruckverteilung und die allgemeine Luftzirkulation der Atmosphäre. Als Systeme kleineren Umfangs sind zu erwähnen: der Mistral, ein Fallwind an der Küste der Provence, hervorgebracht durch ein Abkühlungshoch über dem kalten Hochlande der Cevennen einerseits und ein Erwärmungstief über der warmen Oberfläche des Mittelmeeres andererseits, also durch ein Druckgefälle von den Cevennen zum Mittelmeer. Gleiche Entstehungsursachen hat die Bora an den Küsten des Adriatischen und Schwarzen Meeres. Hierher gehören auch die unter allen Breiten vorkommenden Land- und Seewinde. In der Nacht kühlt sich die feste Oberfläche, das Land, stark ab, während die flüssige Oberfläche, das Wasser, seine Temperatur annähernd beibehält. Über Land steigt der Luftdruck, während er über Wasser unverändert bleibt, es bildet sich ein Druckgefälle vom Lande zum Wasser und damit eine in gleicher Richtung bewegte Luftströmung, der Landwind. Tagsüber erwärmt sich das Land stark, während die Temperatur des Wassers wiederum annähernd bestehen bleibt. Infolge der Erwärmung fällt über Land der Luftdruck, über Wasser bleibt er ziemlich konstant; es bildet sich ein Druckgefälle vom Wasser zum Lande und damit ein Seewind. In unseren Breiten sind Land- und Seewinde vorwiegend eine Erscheinung der warmen Jahreszeit, in der sie an etwa 15% aller Tage beobachtet werden.

Besondere Beachtung verdient die Beeinflussung der strömenden Luft durch die Erdoberfläche. Bei der Berührung mit dieser unterliegen die untersten Luftschichten der Einwirkung der Reibung. Bei schwachem Wind ist die Reibung gering und stört den glatten Verlauf der Stromfäden nur wenig, man erhält in diesem Falle eine Strömung mit glatten und unter sich annähernd parallelen Stromfäden, die laminare Strömung. Überschreitet die Windgeschwindigkeit einen bestimmten Betrag (etwa 3—4 m/sek.), werden die Strombahnen der Luftteilchen gekrümmt und verschlungen; schließlich reißen die Stromfäden ab und bilden innerhalb der strömenden Luft geschlossene kreisförmige oder elliptische Bahnen, die Wirbel. Die untersten Luftschichten, die dem Reibungseinfluß der Erdoberfläche unterliegen, lösen sich nun-

mehr in eine Folge von Wirbeln mit horizontalen Achsen auf; damit ist ein System der Luftunruhe, Böigkeit oder Turbulenz ausgebildet. Die Böigkeit entspricht in der Hauptsache der mittleren Windgeschwindigkeit, sie wächst mit der Windstärke. Daneben spielt auch die Beschaffenheit der Erdoberfläche eine Rolle; über einer rauhen Oberfläche (Land) wird man stets eine größere Böigkeit antreffen als über einer glatten Oberfläche (Wasser).

Auf der festen Oberfläche (Land) wird die Reibung verstärkt durch die Hindernisse. Man unterscheidet zwischen den Kleinformen der Hindernisse (Bäume, Wälder, Gebäude, Ortschaften usw.) und den Großformen der Hindernisse (Hügel, Berge, Gebirge usw.). Wird z. B. ein Gebäude von etwa rechteckigem Grundriß und ebensolchem Aufriß von einer Luftströmung senkrecht zu seiner Längsachse getroffen, so entsteht an der Luvseite zunächst ein Aufwind (Abb. 4), umgekehrt in Lee eine abwärts gerichtete Luftbewegung. In unmittelbarer Nähe des Hindernisses entwickeln sich Wirbel, in Luv ein stationärer Luvwirbel, der stets niedriger als das Hindernis ist. Über dem Hindernis entstehen kleine Reibungswirbel mit horizontalen Achsen und endlich in Lee ein Leewirbel, dessen Durchmesser meist größer als die Höhe des Hindernisses ist. Der Leewirbel löst sich vom Hindernis ab, wenn er eine bestimmte Größe erreicht hat, und wandert mit der Luftströmung weiter, worauf dann eine Neubildung am Hindernis erfolgt. An den Seitenkanten des Hindernisses findet ein Umströmen statt, wobei sich Wirbel mit vertikalen Achsen ausbilden. Auch diese lösen sich teilweise ab und wandern trombenartig mit der Luftströmung weiter.

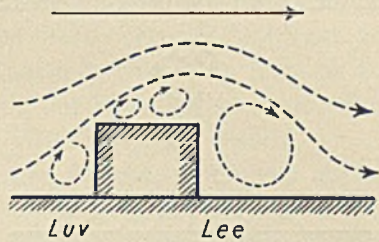


Abb. 4. Hindernisströmung um ein Gebäude.

Die abgelösten Wirbel verstärken die Böigkeit in Lee solcher Hindernisse bedeutend, und man kann sich leicht eine Vorstellung davon machen, wie unangenehm sich dies auf ein Flugzeug auswirken kann.

Ähnliche Erscheinungen entwickeln sich bei den Hindernis-Großformen, z. B. bei einem Gebirgskamm (Abb. 5). Weht der Wind senkrecht zur Längsachse des Kamms, so ergibt sich an der Luvseite wieder ein Aufwind (der Hangaufwind der Segelflieger), in Lee wieder ein Abwind. Ein Leewirbel kann sich auch bei einer solchen Hindernisform ausbilden. Der Luvwirbel dagegen verschwindet, wenn der Böschungswinkel einen bestimmten Betrag unterschreitet; es bildet sich dann am Luvhang nur eine flache wirblige Schicht aus.

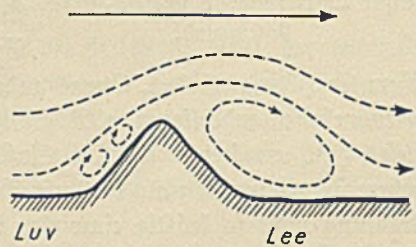


Abb. 5. Strömung um einen Gebirgskamm.

Von dieser normalen Böigkeit der strömenden Luft sind die großen Linienböen zu unterscheiden, die dann entstehen, wenn eine kältere Luftmasse gegen eine wärmere

Luftmasse vorstößt. Infolge ihres höheren spezifischen Gewichtes hebt die kältere Luftmasse die wärmere von der Erdoberfläche ab und breitet sich nun mit großer Geschwindigkeit am Boden aus. An der Grenzfläche der kälteren Luft ist dann ein plötzliches Anwachsen der Windstärke zu beobachten, u. U. kann Sturmesstärke erreicht werden. Zuweilen ist die Strömung dann von schweren orkanartigen Böen durchsetzt, die eine Sekundengeschwindigkeit von 35—45 m erreichen können. Es ist leicht einzusehen, welche große Gefahr diese Erscheinung für ein Flugzeug bedeutet; ein Ausweichen ist in den meisten Fällen nicht möglich, da die Voraussetzungen für die Entstehung der Bö stets auf längerer Linie — meist mehrere 100 km lang — gegeben sind.

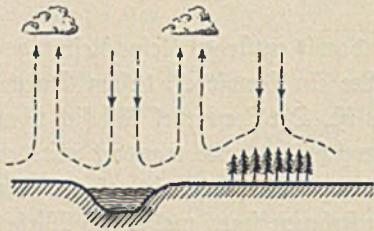
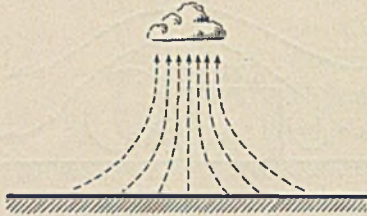


Abb. 6. Thermischer Aufwind; a gleichartiger Untergrund, b ungleichartiger Untergrund.

stimmter Höhe ausbildet. Etwas anders ist das Bild, wenn mehrere Oberflächenarten nebeneinanderliegen, z. B. Sand oder freies Feld, Wasser, Wald. Sand und freies Feld erwärmen sich bei Einstrahlung stark, die Luft darüber nimmt eine höhere Temperatur an als die Luft über Wald- und Wasserflächen, auf die die Einstrahlung nicht so kräftig einwirken kann. Die Luft über freiem Felde hat daher Auftrieb gegen ihre Umgebung und steigt hoch; als Ersatz dafür sinkt über Wald- und Wasserflächen kalte Luft aus der Höhe herab. Diese Bewegungen sind schon von geringer Höhe an kräftig, da von vornherein größere Massen bewegt werden. Auch hier ist die aufsteigende Luft durch Entstehung einer Kumuluswolke gekennzeichnet.

Die Luftfeuchtigkeit. Durch Verdunstung an Wasserflächen, den feinen Öffnungen des Erdbodens, der Oberfläche der Vegetation usw. wird der Luft Wasserdampf zugeführt. Die Luft kann jedoch nur ein bestimmtes Höchstmaß an Wasserdampf aufnehmen, und dies ist abhängig von der Temperatur. Ist dieses Höchstmaß

Zum Abschluß unserer Betrachtungen über die Luftströmungen beschäftigen wir uns noch mit einem System reiner Vertikalbewegungen, ausgelöst durch die Sonneneinstrahlung. Wenn die Einstrahlung ungehindert wirken kann, nimmt zunächst die Erdoberfläche eine hohe Temperatur an, die sich durch Leitung auf die untersten Luftschichten überträgt. Diese werden spezifisch leichter als die Luftschichten darüber und in der Umgebung und steigen hoch. Über gleichartigem Untergrund geschieht dies in Form von vielen einzelnen Fäden, die sich erst in der Höhe zu Säulen zusammenschließen. Die vertikale Bewegung ist in den Fäden unbedeutend und erreicht erst in den Säulen größere Energie. Außerlich sichtbar wird die aufsteigende Luftsäule durch eine Kumuluswolke, die sich in be-

an Wasserdampf vorhanden, so bezeichnet man die Luft als gesättigt. Die Temperaturstufe, bei der der Sättigungszustand erreicht ist, nennt man den Taupunkt.

Von besonderer Bedeutung für die Fliegerei sind die Kondensationserscheinungen des Wasserdampfes, Nebel, Wolken und Niederschlag. Die Kondensation erfolgt in der Hauptsache durch Abkühlung. Sinkt die Temperatur der Luft unter den Taupunkt, so tritt Übersättigung ein, es wäre nun mehr Wasserdampf vorhanden, als die Luft tragen kann. Diejenige Wasserdampfmenge, die über den Sättigungszustand hinausgeht, geht nun in flüssigen Zustand (Wasser) oder festen Zustand (Eis) über, es entstehen Nebel oder allgemeiner gesprochen Wolken. Der umgekehrte Fall tritt ein, wenn in der Luft Wasser in Form von Nebel- oder Wolkenteilchen vorhanden ist und die Lufttemperatur über den Taupunkt steigt. Nun kann die Luft mehr Wasserdampf aufnehmen als vorhanden ist, und dies führt zur Verdunstung der Kondensationselemente, zur Auflösung der Wolken oder des Nebels.

Bei der Nebelbildung kann die zur Kondensation führende Abkühlung auf verschiedene Art zustande kommen. Einmal kann sie als Folge der täglichen Temperaturbewegung auftreten. Nach Sonnenuntergang setzt in klaren Nächten eine unbehinderte Ausstrahlung ein, wodurch sich die Erdoberfläche stark abkühlt. Diese Abkühlung überträgt sich auf die untersten Luftschichten und führt schließlich zu einer Unterschreitung des Taupunktes, worauf die Kondensation einsetzt. Einen Nebel, der auf diese Art entstanden ist, bezeichnet man als Strahlungsnebel. Er ist am dichtesten in den untersten Schichten, weil hier die Abkühlung am stärksten ist; nach oben nimmt seine Dichte langsam ab. Während die Sicht in horizontaler Richtung sehr gering sein kann, ist sie gewöhnlich in vertikaler Richtung besser, so daß oft Sonne, blauer Himmel oder Wolken zu erkennen sind. Die größte Dichte erreicht der Strahlungsnebel um Sonnenaufgang, seine Auflösung erfolgt im Laufe des Vormittags.

Besonders unangenehm für die Fliegerei ist der Mischungsnebel, der durch Mischung von zwei Luftmassen verschiedener Temperatur entsteht. Dabei kühlt die kältere Luftmasse die wärmere ab, was schließlich zur Unterschreitung des Taupunktes und zur Kondensation führt. Die große Gefahr eines Mischungsnebels ist seine plötzliche Entstehung; er ist nach dem heutigen Stande der meteorologischen Wissenschaft nicht mit Sicherheit vorherzusagen.

Endlich kann Nebel noch entstehen, wenn ein warmer feuchter Luftstrom über eine kalte Unterfläche weht, in welchem Falle die Abkühlung von der letzteren ausgeht. Oder umgekehrt: Weht ein kalter Luftstrom über eine warme und feuchte Oberfläche, so kann er infolge seiner niedrigen Temperatur nicht soviel Wasserdampf aufnehmen, wie durch Verdampfung an der Oberfläche entsteht. Ein Teil des Wasserdampfes kommt dann in dem kalten Luftstrom zur Kondensation.

Bei der Wolkenbildung kommt die zur Kondensation erforderliche Abkühlung durch Hebung einer Luftmasse zustande. Ist hierbei die Abkühlung so weit fortgeschritten, daß die Temperatur unter den Taupunkt sinkt, setzt die Kondensation,

also die Wolkenbildung ein. Der Form nach unterscheidet man zwei Arten von Wolken, die Kumulus- oder Haufenwolken und die Stratus- oder Schichtwolken. Daneben besteht noch eine Zwischenform zwischen Kumulus und Stratus, der Stratokumulus, der mit der Kumuluswolke die abgerundeten Formen, mit der Stratuswolke die Ausdehnung über eine größere Fläche gemeinsam hat. Der Höhe nach teilt man die Wolken in drei Stufen ein: Die tiefen Wolken, deren Unterflächen zwischen 0 und etwa 2000 m Höhe liegen, die mittelhohen Wolken zwischen 2500 und 5—6000 m und endlich die hohen Wolken von etwa 6000 m an bis zu den größten Höhen der Troposphäre. Danach ergibt sich folgende Gesamteinteilung der Wolken:

1. Tiefe Wolken:
  - a) Kumulus
  - b) Kumulonimbus. Böen und Gewitterwolke
  - c) Stratus
  - d) Stratokumulus
  - e) Nimbostratus, Niederschlagswolke
2. Mittelhohe Wolken:
  - a) Altkumulus, grobe Schäfchen
  - b) Altostratus
3. Hohe Wolken:
  - a) Cirrus, Federwolke
  - b) Cirrostratus, Schleierwolke
  - c) Cirrokomulus, feine Schäfchen.

Das Wetter. Die vorstehend behandelten meteorologischen Elemente bringen den Zustand der Atmosphäre hervor, den man als Wetter bezeichnet. Jeder Wetterlage entspricht eine bestimmte Gruppierung der meteorologischen Elemente, oder umgekehrt, eine bestimmte Gruppierung dieser Elemente im Luftraum muß eine bestimmte Wetterlage zur Folge haben. In früheren Zeiten galt allgemein der Grundsatz, daß die Gruppierung der meteorologischen Elemente, also die Wetterlage, in erster Linie von der Art der Luftdruckgebilde abhängig sei. Danach galt das Tiefdruckgebiet allgemein als Träger schlechten Wetters, das Hochdruckgebiet als Träger schönen Wetters. In den letzten Jahren ist man von dieser luftdruckmäßigen Analyse der Wetterlage zur luftmassenmäßigen Analyse übergegangen, d. h. man bringt nicht mehr ausschließlich Luftdruck und Wetter, sondern Luftmasse und Wetter miteinander in Beziehung. Bei dieser Auffassung haben nur die aktiven, thermisch oder dynamisch bedingten Hochdruckgebiete ihre ursprüngliche Bedeutung als Luftmassenquellpunkte behalten; die Tiefdruckgebilde der gemäßigten Breiten, die Zyklonen, sind lediglich als Folgeerscheinung des Zusammentreffens verschieden gearteter Luftmassen zu bewerten.

Man unterscheidet in der Hauptsache drei verschiedene Luftmassen:

1. Die Arktische Luft. Ihr Quellgebiet bilden die großen thermischen Hochdruckgebilde, die während der warmen Jahreszeit im Polargebiet, während der kalten Jahreszeit über den großen Abkühlungsgebieten Nordamerikas und Asiens zur Entwicklung kommen. Diese Luftmasse bezeichnen wir mit AL.

2. Die Tropikluft. Ihr Quellgebiet bildet die dynamisch bedingte Hochdruckzone der Rossbreiten, das sog. Azorenhoch. Diese Masse bezeichnen wir mit TL.

3. Die Luftmassen der gemäßigten Breiten. Sie bestehen aus Resten von Arktischer Luft oder Tropikluft, die durch längeres Verweilen unter gemäßigten Breiten ihren ursprünglichen Charakter eingebüßt haben. Diese Luftmassen bezeichnen wir mit GL.

Die Abgrenzung dieser Luftmassen ist in den einzelnen Jahreszeiten verschieden, wie aus Abb. 7 ersichtlich ist. Aus den vielen Möglichkeiten, die sich in dieser Hinsicht ergeben können, sind hier nur zwei Extremfälle herausgegriffen, nämlich Juli und Januar. Allgemein ist aus den beiden Kärtchen festzustellen, daß die Luftmassengrenzen im Sommer weit nach Norden vorgeschoben sind, während sie im Winter ganz nach Süden gedrängt erscheinen.<sup>1</sup>

Die AL gelangt nach Mitteleuropa hauptsächlich im Winter. Sie bewirkt stets eine mehr oder weniger starke Abkühlung. Bei ihrem Vorstoß nach Süden bringt sie die GL an ihrer Grenzfläche zum Aufgleiten, wobei Wolken und Niederschläge—Regen oder Schnee—entstehen. Wenn sich eine größere Masse von AL an einer Stelle durchsetzt und ihre Grenzfläche eine genügende Höhe erreicht hat, pflegt sich die AL längere Zeit über einem größeren Gebiet zu halten. Dann läßt die Niederschlagsbildung nach, es klart auf, so daß nun die Ausstrahlung ungehindert wirken kann. Dies ergibt dann eine starke und lang anhaltende Frostperiode, wie sie beispielsweise zu Beginn des Jahres 1929 beobachtet werden konnte. Wenn die AL im Frühjahr bereits weit nach Norden zurückgewichen ist, besteht doch die Möglichkeit eines erneuten Vor-

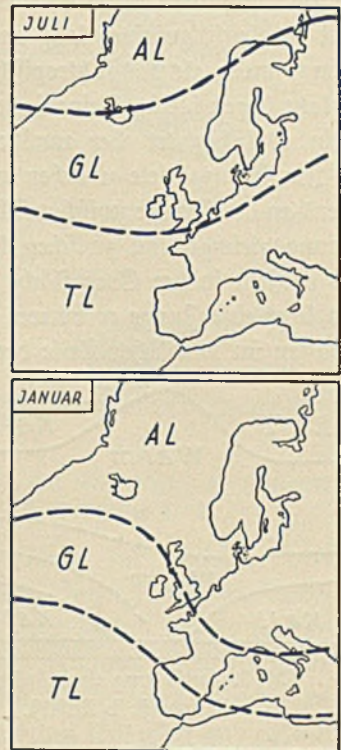


Abb 7. Mittlere Luftmassengrenzen über Europa im Juli und Januar.

<sup>1</sup> Vgl. auch: H. Tschierske, Geographische Grenzen der Luftmassen Europas im Jahrgang der Verlagerung. Sonderdruck aus den Mitteilungen des Vereins der Geographen an der Universität Leipzig, Heft 14/15.

stoffes nach Süden, wodurch die bekannten Kälterückfälle im Mai oder auch noch zu Beginn des Juni hervorgerufen werden.

Die TL, eine warme Luftmasse, gelangt nach Mitteleuropa hauptsächlich in den Sommermonaten. Ihre Auswirkung ist besonders groß, wenn sich ihr Quellgebiet, das subtropische Hoch, bis Mitteleuropa vorschiebt. In diesem Druckgebilde ist die absteigende Luftbewegung besonders stark, und die damit verbundene dynamische Erwärmung bewirkt die Auflösung jeglicher Bewölkung, so daß sich die Einstrahlung ungehindert auswirken kann. Dadurch entsteht große Wärme und Trockenheit, die sich leicht zu einer lang anhaltenden Hitze- und Dürreperiode entwickeln kann, um so mehr, als das subtropische Hoch gewöhnlich längere Zeit an ein und demselben Plage liegen bleibt. Seine äußere Form kann dabei vielen Änderungen unterworfen sein, es behauptet aber annähernd seinen Standort.

Im Grenzgebiete zwischen zwei Luftmassen verschiedener Temperatur — besonders an der Grenze zwischen TL und GL — entstehen die Zyklonen. Wird das Strömungsgleichgewicht zwischen beiden Luftmassen durch irgendeine Ursache gestört, so entsteht in der Grenzfläche zwischen beiden zunächst eine Welle (Abb. 8), d. h. es liegt eine Zunge wärmerer Luft zwischen zwei Keilen kälterer Luft. Die Luftmassen im nördlichen Teile der Warmluftzunge werden durch die Höhenströmung

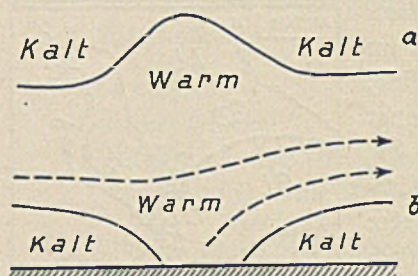


Abb. 8. Entstehung einer Zyklone;  
a Grundriß, b Aufsriß.



Abb. 9. Isobaren der Zyklone mit  
Luftströmungen und Fronten.

nach oben abgesaugt, es entsteht im nördlichen Teile der Warmluftzunge eine Verminderung der Luftmasse, ein Druckfall, mithin also ein Zentrum niedrigen Druckes, das Zyklonenzentrum. Die Isobaren bilden ein geschlossenes System von Kurven, die das Zyklonenzentrum auf allen Seiten umgeben. An den Luftmassengrenzen weisen die Isobaren mehr oder weniger scharfe Knick auf, die durch die Dichteunterschiede zwischen den beiden Luftmassen bedingt sind (Abb. 9).

Die Luftströmung der Zyklone ist dadurch gegeben, daß das Zyklonenzentrum die umgebenden Luftmassen ansaugt, die nun das Bestreben haben, in Spiralen gegen den Uhrzeigersinn in das Zentrum einzuströmen. Hierbei kommen zwei Konvergenzlinien oder Fronten zustande: An der Vorderseite die Warmfront oder Aufgleitfront (hier strömt wärmere Luft gegen kältere Luft), auf der Rückseite die Kaltfront,

Einbruchfront oder Böenfront (kältere Luft strömt gegen wärmere Luft). Diese beiden Fronten bilden die Hauptwolken- und Niederschlagsgebiete, weil an beiden wärmere Luft zum Aufsteigen gezwungen wird.

Die Bewölkungs- und Niederschlagsgebiete der Zyklone sind aus Abb. 10 er-



sichtlich, worin die Zyklone im höchsten Stadium ihrer Entwicklung dargestellt ist. Nach Europa gelangen die Zyklonen in diesem Entwicklungsstadium allerdings nur selten, da sich bei der Wanderung der Zyklone die Kaltfront schneller bewegt als die Warmfront. Die Kaltfront wird also die Warmfront allmählich einholen; beide Fronten ziehen sich nun in eine zusammen. Es entsteht damit eine „Okklusion“, welche das Absterben der Zyklone einleitet.

Nachdem wir damit in kurzen Worten einen Überblick über das Gesamtgebiet der Wetterkunde gewonnen haben, mögen noch einige Bemerkungen über die Arbeitsgrundlagen und die Arbeitsweise des Wetterdienstes folgen. Die Grundlage für seine Arbeit bildet die Wetterkarte, in die die Wetterelemente nach den Beobachtungen der Bodenstationen eingetragen werden. Nach diesen Beobachtungen werden die Luftmassengrenzen, die Isobaren und endlich die Niederschlagsgebiete festgelegt. Eine Gesamtübersicht über die Wetterlage vermittelt eine Karte im Maßstabe von

1 : 10000000, die ganz Europa, einen Teil des Atlantik, sowie Teile von Nordafrika und Asien umfaßt, die sog. Europakarte. Sie wird täglich um 8, 14 und 19 Uhr gezeichnet. Die Wettermeldungen hierfür werden von drei Stellen funkentelegraphisch ausgestrahlt, nämlich von Paris für den Westen und Süden von Europa, von Berlin für den Norden, Zentraleuropa und den Südosten und endlich von Moskau für den Osten. Für die Flugberatung reicht eine solche Karte jedoch nicht aus. Hierfür wird eine besondere Spezialkarte im Maßstabe von 1 : 500000 oder 1 : 2500000 entworfen, die Deutschland und Teile der angrenzenden Länder umfaßt. Die Meldungen hierfür liefern die Regionalausstrahlungen, welche in der Weise geregelt sind, daß bestimmte Zentralstellen alle Meldungen aus ihrem Bezirk sammeln und zu bestimmten Zeiten auf dem Funkwege verbreiten. Diese Meldungen umfassen sowohl die Beobachtungen der sog. großen Stationen, die mit vollständigem Instrumentarium ausgerüstet sind, als auch die Beobachtungen der Hilfsstationen, die über kein Instrumentarium verfügen und somit nur „Augenbeobachtungen“, d. h. solche Beobachtungen liefern, die ohne Zuhilfenahme von Instrumenten angestellt werden können. Solche Regionalmeldungen werden stündlich verbreitet, so daß man auch zwischen den Terminen, an denen die Wetterkarten

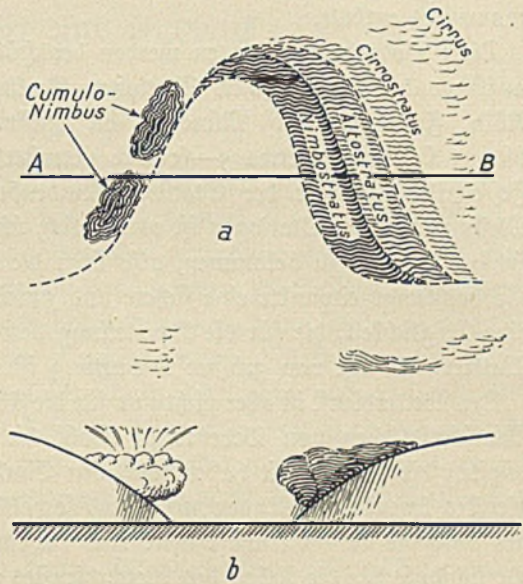


Abb. 10. Bewölkung und Niederschlag der Zyklone; a Grundriß, b Schnitt A—B.

entworfen werden, den Ablauf des Wettergeschehens verfolgen kann. Endlich sind hier noch die Gefahrenmeldungen zu erwähnen, die plötzlich auftretende Wettererscheinungen, z. B. Nebel oder Gewitter anzeigen und die stets aus zwei Meldungen bestehen, von denen die erste den Beginn, die zweite das Ende des Gefahrenmomentes enthält.

Diese Bodenbeobachtungen werden der Höhe nach ergänzt durch die Flugzeugaufstiege der aerologischen Stationen Berlin, Hamburg, Königsberg, Breslau, Köln, Frankfurt und München, die Instrumental- und Augenbeobachtungen bis zu Höhen von etwa 5—6000 m vermitteln. Hierzu treten die Drachen- bzw. Fesselballonaufstiege der Stationen Lindenberg und Friedrichshafen. Durch die Messungen dieser Stationen ist es möglich, über den vertikalen Aufbau der Atmosphäre Klarheit zu bekommen, also über die Luftmassen und ihre Lagerung zum Beobachtungszeitpunkte eine sichere und zuverlässige Anschauung zu gewinnen — eine Möglichkeit, die für die Beurteilung des Wettergeschehens und damit für die Wettervorhersage von größter Bedeutung ist.

Der Wetterdienst ist aber nicht nur für die Fliegerei, sondern auch für das gesamte Wirtschaftsleben von Bedeutung. Wohl die weitaus meisten Zweige desselben dürften die Möglichkeit haben, aus den Einrichtungen und Arbeiten des Wetterdienstes irgendeinen Nutzen zu ziehen, sowohl die Industrie als auch der Handel als auch die Landwirtschaft usw. Aus diesem Grunde ist zu wünschen, daß das Verständnis für die Arbeit des Wetterdienstes und das Verständnis für die Wetterkunde überhaupt immer mehr zum Gemeingut aller Volksschichten wird. Dies kann freilich nur erreicht werden, wenn schon bei der Jugend die Grundlage dafür geschaffen wird. Diejenige Stelle, die hierzu von vornherein berufen erscheint, ist die Schule: der physikalische oder geographische Unterricht, in den die Wetterkunde ohne technische Schwierigkeiten aufgenommen werden kann. Besondere Wetterlagen könnten außerdem an Hand der amtlichen Wetterkarte besprochen werden. Vor allem wäre auch zu wünschen, daß die Jugend mehr als bisher zur selbständigen Beobachtung der Wettererscheinungen und der Wetterentwicklung erzogen wird, wodurch es dann möglich wäre, Wetterkarte und Natur in einen inneren Zusammenhang zu bringen. Dazu ist allerdings erforderlich, daß die mit diesem Unterrichtszweige beauftragten Lehrkräfte selbst mit der Materie vollkommen vertraut sind und sich mit ihr verbunden fühlen, d. h. also über alle modernen Fortschritte der Wetterkunde laufend unterrichtet werden. Zu diesem Zwecke sind bereits vielfach an verschiedenen Stellen des Reiches Lehrgänge veranstaltet worden; ein weiterer Ausbau derselben ist geplant und dürfte in Zukunft als eine wesentliche Aufgabe der Wetterdienststellen zu gelten haben.

## Nachwort und Ausblick

Von Karl Mezner

Vielleicht ist es angebracht, den in den vorstehenden Abschnitten behandelten Teilproblemen, die unterrichtlich von den Lehrenden für die Unterweisung in den Einzelfächern selbständig bearbeitet und der „Erziehung unseres Nachwuchses für die deutsche Luftfahrt“ nutzbar gemacht werden sollen, ein Nachwort anzufügen; einmal, weil die behandelten Probleme sämtlich bislang grundsätzlich nur mit der Blickrichtung vom Einzelfach oder der Zweckarbeitsgemeinschaft aus in ihrer Bedeutung für Luftfahrt und Luftschutz gesehen sind, andererseits aber, weil eine Verknüpfung und Verbindung der im Rahmen der Einzelschau vorgetragenen Gedanken zur Sache nicht nur untereinander als notwendig gefühlt wird, sondern weil ebenso stark der gesamte Gedankengehalt der aufgezeigten Sach- und Tatbestände reizt, von ihm aus zu einer Gesamtschau vorzudringen, aus der sich Möglichkeiten ergeben, Luftfahrt und Luftschutz so in den Gesamtunterricht jeder Schule und in den Aufbau von diesbezüglichen Lehrgängen außerhalb der schulmäßigen Unterweisung einzubauen, daß sie ein neues tragfähiges, bisher unterrichtlich noch nicht grundsätzlich gewertetes — jedenfalls bisher nicht in seinem ganzen Umfange und seiner Tiefe unterrichtlich erfaßtes — Fundament darstellen, auf dem sich nicht bloß im Rahmen einer Neuordnung des gesamten Schulwesens überhaupt, sondern in besonderer Würdigung der Gegebenheiten, die die Lage des Deutschen Reiches inmitten der übrigen Völker Europas und der Welt fordert, grundlegende Neuorientierungen erschauen, erziehungsmäßig werten und in der Unterweisung der Jugend vordringlich behandeln lassen, deren die Erziehungs- wie die Fach- und Berufsschulen, d. h. die Schulen jeder Art, ebensowenig wie die hierher gehörigen Organisationen außerhalb der Schulen entraten können, wenn sie zur Volksgemeinschaft, zur Volksverbundenheit, zur Leistung nach den Grundsätzen des nationalsozialistischen Staates die ihnen anvertraute Jugend erziehen sollen und wollen.

Das geht nicht mehr im Rahmen der bisherigen Schulorganisation allein. Das steht fest, nachdem die Reichsregierung das Gesetz der deutschen Schule<sup>1</sup> festgelegt hat in der Formulierung, die ihm der Reichsminister des Innern Dr. Frick gegeben hat: „Die nationale Revolution gibt der deutschen Schule und ihrer Erziehungs-

<sup>1</sup> Kampfziel der deutschen Schule. Ansprache des Reichsministers des Innern Dr. Frick auf der Ministerkonferenz am 9. Mai 1933. Schriften zur politischen Bildung, 11. Reihe: Erziehung, Heft 1, S. 7. Hermann Beyer Söhne. Langensalza 1933.

aufgabe ein neues Gesetz: die deutsche Schule hat den politischen Menschen zu bilden, der in allem Denken und Handeln dienend und opfernd in seinem Volke wurzelt und der Geschichte und dem Schicksal seines Staates ganz und untrennbar zuinnerst verbunden ist."

Das ist die Erziehung aller Jugendlichen zum politischen Menschen. Das schließt ein, daß in der Jugendberziehung auf die Arbeit der Hitler-Jugend und des Jungvolkes wesenstnah eingegangen werden muß, die ihrerseits politische Erziehung geben.<sup>2</sup> Gesetze und Vorschriften, denen die Gesamtheit des Volkes nachzukommen hat, müssen schon von der Jugend beachtet, ihre Gebote pflichtmäßig befolgt werden, so daß gemeinsames Arbeiten mit diesen gesetz- und richtunggebenden Stellen mehr als bisher nicht nur ein Gebot der Stunde, sondern eine Verpflichtung über den Rahmen der Schule als solcher hinaus ist.

Damit ist für den Lehrenden die noch ernstere Pflicht gegeben, sich mehr als nur zu orientieren über das, was jetzt seine Tätigkeit erfordert.<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Am 1. Januar 1936 hat der Reichsjugendführer das laufende Jahr zum Jahr des Jungvolkes erklärt. Die gesamte deutsche Jugend zwischen 10 und 14 Jahren sollte zum Jungvolk erfasst werden, und nur die Besten aus seinen Reihen nachher in die Hitler-Jugend übernommen werden. Für die übrigen sollte eine besondere Staatsjugend geschaffen werden. Nachdem nun rund neun Zehntel der deutschen Jugend im Jungvolk sind, hat die Reichsregierung am 1. Dezember ein Gesetz erlassen, das die Hitler-Jugend zur Staatsjugend erklärt. („Zeitspiegel" 1936/50.)

#### Reichsgesetz vom 1. Dezember 1936:

- § 1. Die gesamte deutsche Jugend innerhalb des Reichsgebietes ist in der Hitler-Jugend zusammengefaßt.
- § 2. Die gesamte deutsche Jugend ist außer in Elternhaus und Schule in der Hitler-Jugend körperlich, geistig und sittlich im Geiste des Nationalsozialismus zum Dienst am Volk und zur Volksgemeinschaft zu erziehen.
- § 3. „Jugendführer des Deutschen Reiches." Er hat die Stellung einer Obersten Reichsbehörde mit dem Sitz in Berlin und ist dem Führer und Reichskanzler unmittelbar unterstellt.

<sup>3</sup> Im Zusammenhang mit der Verkündung des neuen Vierjahresplanes hat der Führer auf dem letzten Nürnberger Parteitag auf die Bedeutung des Fachwissens und der Facharbeit hingewiesen. Die großen Aufgaben, die der deutschen Wirtschaft jetzt gestellt sind, erfordern umfangreiche Neuanlagen und die Beschreitung neuer Wege in der Gütererzeugung; diese Aufgaben können nur mit Hilfe hochqualifizierter Arbeiter gelöst werden. Aus solcher Einsicht heraus wird jetzt eine planmäßige Steigerung der Kräfte des deutschen Volkes durch eine Neuordnung der Erziehungs- und Bildungsarbeit einsehen; in ihrer Durchführung wird auch die Einführung der zweijährigen Dienstzeit berücksichtigt werden.

Auf einer Kundgebung der Arbeitsfront in Berlin am 28. September 1936 haben Reichsorganisationsleiter Dr. Ley und Reichsminister Dr. Rust über die neuen Wege gesprochen, die zur Erzielung von Leistungssteigerungen im Berufs- und Fachschulwesen, in der höheren Schule und auf der Universität eingeschlagen werden sollen. Dr. Ley hob besonders die unentbehrliche Rolle des Handwerks und der handwerklichen Tätigkeit hervor. Künftig solle schon dem schulpflichtigen Deutschen die Wichtigkeit des Handwerks dadurch klargemacht werden, daß er im letzten Schuljahr eine „Robinsonerziehung" durchläuft und dabei mit den Grundstoffen aller handwerklichen Arbeit, Eisen und Holz, vertraut macht. Die Berufsschulen sollen entsprechend umgebaut, Hochschulen für Berufsausbildung geschaffen werden. Am Ende dieser

Die zur Durchführung des Luftschutzes und der Luftfahrt notwendigen außerschulischen Organisationen sind sämtlich geschaffen und arbeiten erfolgreich seit ihrem Entstehen. Überall tritt jetzt die Aufgabe in den Vordergrund, diese Organisationen<sup>4</sup> fruchtbar zu machen für die Totalität der deutschen Jugend, sie also mit einzuspinnen in die Erziehung, damit eine Gemeinschaftsarbeit nunnmehr über die einzelnen örtlich bereits vorhandenen Bestrebungen hinaus mit Erfolg beginnt.

## 2

Die Behandlung des Luftschutzes in der Schule ist durch den Reichs- und Preussischen Minister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung Rust (Erlaß vom 17. Februar 1934) dadurch ermöglicht worden, daß an allen Schulen die Stelle des Luftschutzhobmannes geschaffen wurde, der „im engsten Zusammenwirken mit den Ortsbehörden und dem Reichsluftschutzbund den Schulleiter in allen Fragen des zivilen Luftschutzes beraten und in seinem Auftrage dafür sorgen soll, daß auch im Unterricht der Luftschutzgedanke die ihm gebührende Berücksichtigung findet“. Das konnte sofort in die Wege geleitet werden, weil schon vorher vom Nationalsozialistischen Lehrerbund gemeinsam mit dem Reichsluftschutzbund zahlreiche Lehrer im Luftschutz ausgebildet worden waren. In ähnlicher Weise hat auch die Hitlerjugend im Luftschutz mitgearbeitet.

Am 26. Juni 1935 wurde das Luftschutzgesetz verkündet, das den Rahmen für die Durchführung im einzelnen darstellt. Damit sind alle Grundlagen geschaffen, auf denen sich nunnmehr die Gemeinschaftsarbeit im Luftschutz innerhalb der Schulen aufbauen muß.<sup>5</sup>

Nichts beleuchtet besser die Situation, in der wir Ende 1935 bezüglich des Luftschutzes standen, als der Bericht, den der erste Präsident des Reichsluftschutzbundes Generalleutnant a. D. Grimme über das Luftschutzjahr 1935 gegeben hat. Aus diesem Bericht Entwicklung soll die allgemeine Berufsschulpflicht stehen. Reichsminister Dr. Rust gab bekannt, daß mit Beginn des nächsten Schuljahres, also von Ostern 1937 ab, die zwölfjährige Schulzeit eingeführt werden soll, wobei er die Verteilung dieser zwölf Jahre zwischen Grundschule und höherer Schule offen ließ (Erlaß vom 30. November 1936). Damit im Zusammenhang kündigte er eine Verdichtung des Hochschulstudiums durch Einführung des vollen Hochschulstudienjahres an.

Mit diesen Erklärungen ist eine Reihe wichtiger Richtungs-punkte für die Umgestaltung des deutschen Schulwesens festgelegt worden. „Daß Dr. Rust und Dr. Ley“, so schreibt das „Hamburger Fremdenblatt“ am 29. September 1936, „die beiden verantwortlichen Leiter der sozialen und der schulischen Erziehung, nebeneinander gesprochen haben, zeigt, worauf das neue deutsche Erziehungsideal gerichtet ist, auf gleichzeitige Ausbildung von Hirn und Hand und Herz, auf die Abkehr von einseitiger intellektueller Auffassung und auf die Hinwendung zu harmonischer und organischer Ausbildung der gesamten Fähigkeiten des jungen Menschen“. („Zeitspiegel“, 1936/41.)

<sup>4</sup> Nach einer Vereinbarung zwischen dem Reichserziehungsminister Rust und dem Reichsorganisationsleiter Dr. Ley vom 18. Oktober 1936 wird künftig neben den bisherigen Trägern die NSDAP. als Schulträger zugelassen werden.

<sup>5</sup> Vgl. Seite 11 und 12.

feien deshalb die markantesten Gedanken hierher gestellt:<sup>6</sup> Das Jahr 1935 hat dem deutschen zivilen Luftschutz eine Entwicklung beschert, wie sie bei Beginn des Jahres kaum erhofft werden konnte. Es sind drei Meilensteine, die den Weg dieser Entwicklung kennzeichnen. Der erste Markstein ist der 16. März, der Tag, an dem der Führer dem deutschen Volk die Wehrhoheit wieder gab. Für den Luftschutz und vornehmlich den Reichsluftschutzbund ist dieser Tag deshalb von besonderer Bedeutung, weil nunmehr auch der zivile Luftschutz in das große Aufgabengebiet der wiedererstandenen deutschen Luftwaffe eingereiht ist als ein gleichwertiges Glied der Landesverteidigung. — Der zweite Markstein ist der 26. Juni. Durch das an diesem Tage erlassene Luftschutzgesetz wurde die große Mobilisierung des gesamten Volkes im Luftschutz gesetzlich verankert. Jeder deutsche Mann und jede deutsche Frau ist gesetzlich verpflichtet, im Luftschutz die Funktionen zu übernehmen und gewissenhaft auszuüben, die ihnen zugewiesen werden. Nunmehr hat — so stellt dieser Bericht fest — unsere Arbeit und unsere Bewegung die feste Grundlage, deren sie bedürfen, um das Prinzip der Totalität verwirklichen zu können, das für den Luftschutz eine Notwendigkeit ist. — Der Höhepunkt des Jahres war der 14. November, der Tag, an dem im Sportpalast zu Berlin der Reichsminister der Luftfahrt und Oberbefehlshaber der Luftwaffe sich in programmatischen Worten und leidenschaftlicher Eindringlichkeit zum Luftschutz und seinem Reichsluftschutzbund bekannte. Klar und eindringlich wurde ausgesprochen, daß auch der Selbstschutz Landesverteidigung ist, daß der Reichsluftschutzbund ein Teil der Luftwaffe ist, dessen Bedeutung hinter der von Fliegerei und Flugabwehr keineswegs zurücksteht. „Der Kämpfer für den Luftschutz hat so viel Verantwortung und so viele Ehre wie jeder Frontsoldat.“<sup>7</sup> — An die Weiterarbeit geht so der Reichsluftschutz mit zuversichtlicher Hoffnung: Eingegliedert in die große Front der Landesverteidigung wird der RLWB. mit seinen vielen Millionen Mitgliedern und Amtsträgern den Selbstschutz weiterhin so durchführen, wie es im Interesse der Sicherheit des deutschen Lebens und deutschen Bodens geboten ist. —

Diese grundsätzlichen Ausführungen glaubte ich hierher setzen zu sollen, um die Dringlichkeit der Gemeinschaftsarbeit zwischen Luftschutzorganisation und Schule klar herauszustellen. Jetzt ist zu handeln. Die vorstehenden Abschnitte des Buches geben Richtlinien dafür. Hier ist nur auf einige Literatur allgemeiner Art empfehlend hinzuweisen, die in der Hand der Lehrenden sein sollte:

1. „Schule und Luftschutz“ von Meyer, Sellien-Borrowick, das im Auftrage des Reichsministers der Luftfahrt erschien, München 1934. Einer der Bearbeiter, Oberstudienrat Dr. Sellien, hat auch die einschlägigen Abschnitte dieses Buches bearbeitet. Für die Unterweisung in der Schule brauchbares Material findet sich in großen Zügen in diesem Buche: I. Teil: Der Luftschutz. A. Die Notwendigkeit des Luftschutzes. 1. Die Luftgefährdung Deutschlands. 2. Die Luftstreit-

<sup>6</sup> Das Luftschutzjahr 1935 von Generalleutnant a. D. Grimme. Kyffhäuser. Reichsblatt des Reichsriegerbundes. 59. Jahrgang, Nr. 52, am 29. Dezember 1935.

<sup>7</sup> Geleitwort des Reichsministers Göring für das Buch „Luftschutzleitfaden für Jedermann“. Verlag des Reichsluftschutzbundes.

Kräfte. 3. Die völkerrechtlichen Bestrebungen zur Beseitigung des Luftkrieges. B. Organisation des Luftschußes. 1. Der militärische Luftschuß. 2. Der zivile Luftschuß im Ausland und in Deutschland. II. Teil: Die Schule im Dienste des Luftschußes. A. Organisation und technische Maßnahmen. B. Aufklärung über die Fragen des zivilen Luftschußes. Der Luftschuß im Unterricht der Volksschule, der höheren und der Mittelschule, der Berufsschule. 2. „Der zivile Luftschuß“ von Ministerialdirektor im RM. Dr. ing. e. h. Knipfer und dem stellvertretenden Reichsführer der Technischen Nothilfe Hampe, Verlag von Otto Stollberg. Ein Sammelwerk über alle Fragen des Luftschußes. Berlin 1935. Die einzelnen Kapitel behandeln folgende Gebiete: 1. Die Rolle der Luftwaffe in einem zukünftigen Kriege. 2. Der Luftangriff. 3. Die Luftabwehr. 4. Der deutsche zivile Luftschuß. 5. Behördliche Aufgaben. 6. Werkluftschuß. 7. Selbstschuß. 8. Einzelgebiete: Luftschuß großer Hafengebiete. Reichspost im Luftschuß. Luftschußfragen der Reichsbahn. Der Schuß der Tiere und Lebensmittel. Luftschußübungen. 3. „Der Luftschußleitfaden für Jedermann“ von Otto A. Lechmann, SS-Oberführer im Präsidium des Reichsluftschußbundes. Verlag des Reichsluftschußbundes. Teil I: Theorie. 1. Angriffsmittel und Angriffsformen. 2. Abwehr. 3. Wirkungsschutz. Teil II: Praxis. 1. Personalfragen des Selbstschußes. 2. Luftschußhauswart. 3. Hausfeuerwehr. 4. Schußraumfragen. 5. Verhalten auf der Straße beim Luftangriff. 6. Blockorganisation und Luftschußgemeinschaft. 7. Erste Hilfe.

In all den aufgezählten Büchern finden sich Hinweise auf die Rolle des Luftschußproblems in anderen Ländern, die zweckmäßig zum Vergleich in Unterricht und Unterweisung zwanglos herangezogen werden sollten.<sup>8</sup>

Ein Gedanke verdient in diesem Zusammenhange besonderer Betonung, der Gedanke an die vertikale Entwicklung des Luftschußes bei uns und den anderen.<sup>9</sup>

Der Luftschußgedanke wurde nach dem Kriege zuerst aktuell bei den zur Luft schlecht Gerüsteten und bei den zur Luft praktisch Wehrlosen. Psychologisch ging das Schutzbedürfnis dieser Hand in Hand mit der zahlenmäßigen Vermehrung und mit der technischen Vervollkommnung der Luftwaffe und steigerte sich immer mehr, um einen gewissen Höhepunkt zu erreichen in der Theorie vom totalen Luftkrieg. Die Luftwaffe erzog also die Völker ganz systematisch zur Schaffung eines ausreichenden Schutzes gegen sie, denn erst war das Militärflugzeug Erkundungsmittel gewesen und entwickelte sich sehr rasch zur Angriffswaffe, sie blieb im Kriege, nach dem Kriege, im Frieden der Nachkriegszeit das Druck- und Bedrohungsmittel des Starken gegenüber dem Schwachen oder Wehrlosen. Der Luftkrieg in seiner totalen Form wurde, und wird es auch heute noch, als der Beginn der Fortsetzung der Politik mit diesem einen — und wie die Starken annehmen — ganz besonders auf die Kriegswirtschaft, die Moral und den Kriegswillen des Angegriffenen wirksamen und für den Angreifer mühelosen Mittel angesehen. Die Frage, wie weit solche Gedanken von Pessimismus oder Optimismus zeugen, mag an dieser Stelle offen bleiben.

Gegen die Luftwaffe hieß es sich schützen, einmal mit der gleichen Waffe, die in der Luft die Abwehr von Flugzeug zu Flugzeug sucht, zusätzlich durch Schutzmaßnahmen auf der Erde

<sup>8</sup> Gaudenberger von Moisy, „Luftkrieg — Zukunftskrieg?“ Aufbau, Gliederung und Kampfformen von Luftstreitkräften. Berlin 1935.

<sup>9</sup> Ich entnehme die Ausführungen aus einem Artikel des WB. (WB. Beilage Luftfahrt — Luftschuß Nr. 11, März 1935. Otto Lehmann). Ich setze sie hierher, um den Blick auf die wöchentlich erscheinende Beilage Luftfahrt — Luftschuß des WB. zu lenken. Eine Sammlung dieser beachtenswerten Beilage lohnt sich. Auch die abgelegenste Schule ist dazu in der Lage und kann sie für ihre Unterrichtszwecke verwenden durch Umformung in den der Altersstufe geistig angemessenen Sachgehalt und Stil. Ich erwähne aus der letzten Zeit u. a.: „Dieselmotore über dem Nordatlantik“, „Rückblick der Luftwaffe auf das Jahr 1936“, „Der Offizier der Luftwaffe“, „Luftträume und Luftmächte“, „Die Fluggeräte des Sportfliegers“, „Die Eroberung des Nordatlantik“, „Segelflug und Olympiade 1940“, „Das Wandersegelflugzeug“, „Air-Empire“.

gegen alle Angriffsobjekte, lebende und tote Ziele. Der natürlichste und einfachste Luftschuß sind die Gegenrüstungen zur Luft. Dieser alleinige Schuß ist aber auch ein nur bedingter.

Als Frankreich seine sehr starke Luftwaffe bei Kriegsende nicht verringerte, also nicht vertragsmäßig abrüstete, taten automatisch ein Gleiches alle anderen. Als Frankreich baute und baute, bauten die anderen ebenfalls, und als das große Wettrüsten bei den Luftwaffen anhub, als die Waffe sich technisch immer mehr vervollkommnete, die Abwurfmunition vielseitiger und wirksamer wurde, die Flugzeuge tragfähiger und schneller, Flugzeuge, die nur Träger des Angriffs sein konnten, da warfen sich die Schwachen und Wehrlosen, auch die weniger Starken und Kleinen unter den zur Luft gerüsteten Nationen auf den Luftschuß, der nicht allein in der Luft und im Vorhandensein von Luftstreitkräften liegt, auf den zivilen und passiven Luftschuß.

In beiden Erscheinungen liegt eine vertikale Entwicklung, bei den zur Luft hochgerüsteten Mächten ging der vertikale Aufbau des Luftschuges von oben nach unten, aus der Luft zur Erde vor sich, bei den anderen schwachen Gruppen vollzog sich die gleiche vertikale Entwicklung entgegengesetzt vom Erdluftschuß hinauf in die Luft zu zusätzlichen der bisher nicht vorhandenen Rüstungen. Die in der Luft bestens Gerüsteten holten auf der Erde nach, was sie im allgemeinen Rüstungstau mel, weil sie sich stark und unverlethlich fühlten, auch unangreifbar, glaubten entbehren zu können. Verfolgt man diese Bestrebungen aufmerksam, so marschieren die zur Luft Schwachen im zivilen Luftschuß zeitlich an erster Stelle, während die in Europa stärkste Luftmacht die Marschkolonne abschloß. Diese Tatsache ist die verspätete Einsicht, daß Luftrüstungen allein kein endgültiger Luftschuß sind, sie verringern wohl im Anfang das Risiko, erhöhen es aber dann sehr schnell, weil man kein Land ungestraft angreift und stets mit Vergeltungsangriffen auch beim Schwachen rechnen muß, und weil dieser Schwache einmalig hierfür alles einsetzt, was er überhaupt einzusetzen hat.

Im augenblicklichen Zeitabschnitt des Luftwettrüstens in der Welt steigt die vertikale Entwicklungslinie aus der Luft auf die Erde. Das Geweimere vom zur Luft ungeschützten Frankreich ist im Grunde genommen eine natürliche Angstpsychose vor den eigenen Luftrüstungen und dem lange Jahre vernachlässigten zivilen Luftschuß, ganz abgesehen davon dient es dazu, den bereits vorhandenen Luftrüstungen weiteren Auftrieb zu geben, weil Deutschland mit der Wehrlosigkeit zur Luft nunmehr Schluß gemacht hat.

Es entstand und entsteht ein erdgeborener und erdgebundener Luftschuß — auch Flaks sind erdgeborene und erdgebundene — mit der Aufgabe, alle zivilen, also nichtmilitärischen Kräfte eines Landes zu seinem Schuß mobil zu machen und für die wirksame Abwehr zu organisieren. Gelingt es, die zerstörenden Wirkungen eines Luftangriffes auf ein Minimum zu beschränken, so hat ein ziviler Luftschuß seine schwierige Aufgabe erfüllt. Er kann einen Angriff nicht abwehren, er kann ihn nur bedingt wirkungslos machen, er braucht in jedem Falle Kampfhilfe im Luftraum.

Als Adolf Hitler die Führung des Reiches übernahm und Göring als Luftfahrtminister eingesetzt hatte, griff dieser als erstes den zivilen Luftschußgedanken auf und forderte später ganz kategorisch die deutsche Verteidigungs-Luftflotte, zusätzlich. Göring begann also seine Arbeit mit dem vertikalen Aufbau von unten her, weil Deutschland in der Luft wehrlos war und sich erst einmal durch eine wohlüberdachte Schutzorganisation für Land und Bevölkerung den primitivsten Schuß geben mußte mit dem Ziel, Schaden und Nachteile eines Luftangriffes, so gut es geht, abzuwenden.

Dieser deutsche zivile Luftschuß mußte aus dem Nichts geschaffen werden, er mußte aber andererseits auch verstehen, aus dem vollen zu schöpfen. Ein hierin liegender Widerspruch ist leicht zu klären. Die Systemregierungen von Weimar hatten jeden zivilen Luftschuß verhindert. Je mehr die Welt rund um Deutschland zur Luft rüstete, desto mehr krochen sie ins Mauselloch, um die anderen schon durch einen zivilen und passiven Luftschuß, insonderheit die Franzosen, nicht zu reizen. Es war also nichts vorhanden. Auf der anderen Seite konnte Göring aus dem vollen schöpfen, denn das deutsche Volk und das deutsche Land sind reich an Gedanken und Möglichkeiten, an Willen und Opfer Sinn, um nun endlich etwas Brauchbares zu schaffen. Die deutsche



Armut erschwerte die Aufgabe, der Wille, trotz damaliger Wehrlosigkeit in der Luft, Mensch, Land und Arbeit zu schützen, überwand alle Schwierigkeiten.

Die bedeutendste Aufgabe war wohl, erst einmal theoretisch zu Grundsätzen und Formen zu gelangen, die sich den Grundsätzen der Hochgerüsteten über den Luftkrieg der Zukunft anpaßten, man mußte um Grundsätze und Formen ringen, die zwar keinen Ewigkeitswert beanspruchten, so doch einen Wert, der den ersten Aufbau überdauerte und die Organisation elastisch gestaltete. Es hieß vielfach Entwicklungen fühlen. Nicht das Muster anderer konnte maßgebend sein, sondern die Eigenarten von Volk, Land und Wirtschaft, des Landes, das sich wohl unwidersprochen der größten Luftempfindlichkeit in der ganzen Welt rühmen kann, das mit zirka 65 Millionen Menschen anderthalb Jahrzehnte lang das zur Luft wehrloseste, das allein abgerüstete in der Welt war.

Der deutsche zivile Luftschutz braucht Anlauf- und Entwicklungszeit, die vielseitige und umfangreiche neue Wissenschaft will erlernt sein, viel Versäumtes muß aufgeholt werden. Man kann Wehrlosigkeit beheben, und man kann Gleichberechtigung schaffen, man kann aber niemals eine naturgegebene und naturgeborene Luftempfindlichkeit und Verletzbarkeit ins Gegenteil verkehren. Luftschutz ist Lebensnotwendigkeit der Völker, für Deutschland Lebensnotwendigkeit ganz besonders. Die Gleichberechtigung zur Luft vollendete lediglich den vertikalen Aufbau des deutschen Luftschutzes.<sup>10</sup>

Soweit konnte über die Entwicklung des Luftschutzes bis zum Ablauf des Jahres 1935 in der 1. Auflage des Handbuches berichtet werden. Der 4. Juni 1937, der Tag der vierten Wiederkehr des Gründungstages des Reichsluftschutzbundes vereinigte die Landesgruppe Groß-Berlin zu einem General-Amtsträger-Appell in der Dietrich-Eckart-Bühne auf dem Reichsportfeld, in dessen Mittelpunkt eine großzügige Ansprache des Reichsministers der Luftfahrt und Oberbefehlshabers der Luftwaffe, Generaloberst Göring, stand. Vor den mehr als 20000 Amtsträgern und Amtsträgerinnen der Landesgruppe Groß-Berlin, vor den 12 Millionen Mitgliedern des RLW., die in allen Gauen des Reiches Parallelkundgebungen durchführten, und vor dem ganzen deutschen Volk gab Reichsminister Göring ausführlich Rechenschaft von den bisherigen Arbeiten im RLW., die über alle Reichsfender übertragen wurden:<sup>10a</sup>

65000 Dienststellen, 400000 Amtsträger, 12 Millionen Mitglieder, 2400 Luftschutzlehrer, 5 Millionen ausgebildete Kräfte und 3400 Schulen stellen das innere Gefüge des Bundes dar. „Aber es kommt nicht allein auf diese Zahlen an. Erst vor einigen Tagen“, sagte Generaloberst Göring, „sprach es der Führer zu uns Führern der Bewegung aus: Es kommt nicht allein darauf an, daß man die Waffen besitzt und eine zahlenmäßige Überlegenheit, sondern es ist immer und überall der Geist und der Charakter, die entscheiden, die Kraft und der Wille. In der inneren Festigung und in der dadurch zum Ausdruck kommenden Disziplin prägt sich viel stärker der Wille zur Tat aus als in den Zahlen. Der Reichsluftschutzbund zeichnet sich vor allen früheren Bänden dadurch aus, daß eine straffe Befehlsgewalt von oben bis zum letzten dafür sorgt, daß die Aufgaben erfüllt werden können.“ Die Luftschutzarbeit sei allen anderen Arbeiten, die beim Neuaufbau des Reiches getan werden, ebenbürtig.

<sup>10</sup> Vgl. S. 9 ff.

<sup>10a</sup> Ausführlicher Bericht über den General-Amtsträger-Appell des RLW. am 4. Juni 1937 im Reichsportfeld s. B. 6. Juni 1937.

Reichsminister Göring wies darauf hin, daß durch die im Mai 1937 erlassenen drei Durchführungsverordnungen zum Luftschußgesetz vom 26. Juni 1935 (Reichsgesetzblatt I 1935 S. 827 ff.) sich der Luftschuß praktisch auswirken könne. Die Luftschußdienstpflicht ist nunmehr grundsätzlich vorhanden.

Diese drei Durchführungsverordnungen seien deshalb in ihren Grundzügen gekennzeichnet und hierher gesetzt:

Erste Durchführungsverordnung zum Luftschußgesetz. Vom 4. Mai 1937: Teil I § 1 Aufgaben des Luftschußes, § 2 Durchführung des Luftschußes, § 3 Vergütungen und Entschädigungen, § 4 Luftschußort, § 5 Örtliche Luftschußleiter, § 6 Aufgaben des örtlichen Luftschußleiters, § 7 Luftschußmäßiges Verhalten, § 8 Beitragspflicht im Werkluftschuß und im erweiterten Selbstschuß. Teil II: § 9 Heranziehung zu Dienstleistungen (Luftschußdienstpflicht), § 10 Kreis der zu erfassenden Dienstpflichtigen, § 11 Ausländer und Staatenlose, § 12 Vergütungen und Entschädigungen für Leistung persönlicher Dienste, § 13 Ausbildungsveranstaltungen und Übungen, § 14 Beurlaubungen, § 15 Sachschäden, § 16 Unfallversicherung, § 17 Polizeiliche Strafverfügung, § 18 Beamtenhaftung, § 19 Hilfspolizeibeamte, § 20 Meldepflicht, § 21 Rechtsmittel. Teil III: § 22 Luftschuß in besonderen Verwaltungen, § 23 Flugmeldebienst, § 24 Besondere Bestimmungen. —

In der zweiten Durchführungsverordnung zu Luftschußgesetz vom 4. Mai 1937 werden auf Grund des § 12 des Luftschußgesetzes vom 26. Juni 1935 im Einvernehmen mit den zuständigen Reichsministern in drei Paragraphen Vorschriften über bauliche Maßnahmen, die den Forderungen des Luftschußes entsprechen, zusammengestellt.

Die dritte Durchführungsverordnung zum Luftschußgesetz vom 4. Mai 1937 gibt weitere Vorschriften in acht Paragraphen über die notwendigen Ge- und Verbote zur Sicherung von Gebäuden vor Brandgefahr usw.

Reichsgesetzblatt I 1937 Nr. 58 S. 559 ff., ausgegeben Berlin, den 7. Mai 1937.

### 3

Der Abschnitt des Buches „Luftbild im Unterricht“ ist mit Absicht als besonders wichtig für sich behandelt worden, obwohl es scheinen kann, als ob damit der Erdkunde als Unterrichtsfach im Hinblick auf Luftfahrt und Luftschuß so nicht der gebührende Platz eingeräumt worden sei. Daß dem nicht so ist, daß niemand die geographische Seite wird vernachlässigen können, dazu liegen die Beziehungen dieses Faches zur Luftfahrt und zum Luftschuß zu offensichtlich zutage; allerdings können sie gründlich und erschöpfend durch eine Auswertung der Karte allein nicht behandelt werden. Mehr als bisher wird das „Luftbild“ herangezogen werden müssen, einfach deshalb, weil aus den Karten von den Generalstabskartenblättern an bis zu den Übersichtskarten der Länder und Erdteile mehr als geographische Lagebeziehungen und stark generalisierte morphologische Eigenheiten der Länder nicht herausgelesen werden können. Gerade die Probleme, die Luftschuß und Luftfahrt als im

Vordergrund stehend erkennen lassen, zwingen überall zu sorgfältigerer Berücksichtigung und Wertung aller an einem einzelnen Orte und seiner Umgebung wirklich vorhandenen Verhältnisse.

Der Bedeutung der Erdkunde als Unterrichtsfach tut auch die Tatsache keinen Abbruch, daß die zu ihrer Aufgabe gehörenden Gebiete erst im Nachwort behandelt werden. Dafür waren zwei Gründe ausschlaggebend: einmal weil die Berührungspunkte gerade dieses Faches mit sämtlichen anderen Lehrfächern jeder Schule so zahlreich vorhanden sind, daß vielfach nicht feststellbar ist, ob die Behandlung einer Einzelfrage noch alleiniger Gegenstand erdkundlicher Betrachtung ist oder bereits passender in das Spezialfach gehört — die einzelnen Abschnitte dieses Buches bieten dafür eine stattliche Reihe von Belegen<sup>11</sup>; andererseits weil der Rahmen erdkundlicher Betrachtungen sicher nach der „geopolitischen“ Seite stark erweitert werden muß, während doch feststehen dürfte, daß die „Geopolitik“ ihrerseits wieder stärkste Befruchtung aus dem gesamten Bereiche aller Kultur-, Wissenschafts- und Erfahrungsgebiete historischer und naturwissenschaftlicher Art erfährt, eine Feststellung, die zur Beantwortung der zur Zeit noch offenen Frage einmal führen muß, ob nicht das jetzt immer mehr in den Vordergrund rückende Unterrichtsprinzip „Geopolitik“ zu einem allgemein verbindlichen Unterrichtsfach in unseren Schulen aufsteigen wird. In einigen Fachschulen Deutschlands tritt es bereits als Fach auf unter der Bezeichnung „Wirtschaftsgeographie und Geopolitik“.

Schließlich darf in diesem Zusammenhange auch noch auf eine grundsätzliche Frage kurz eingegangen werden, die für die Geschichte aufgeworfen, für die Erdkunde jedoch mindestens von ebenso grundlegender Bedeutung ist. — Der Historiker Friedrich Meinecke<sup>12</sup> hat Untersuchungen angestellt über „Kausalitäten und Werte in der Geschichte“, die für die Gegenwart meines Erachtens nicht übersehen werden dürfen, in der es sich nicht bloß um einen prinzipiellen Neuaufbau geschichtlicher Wertungen handeln kann. Meinecke unterscheidet drei verschiedene Arten von Kausalitäten, die dem irdischen Geschehen zugrunde liegen: die mechanische, die biologische und die geistig-sittliche.<sup>13</sup> Diese Dreiteilung — so fährt C. Troll fort — der kausalen Zusammen-

<sup>11</sup> Vgl. S. 77 ff.

<sup>12</sup> Fr. Meinecke, Kausalitäten und Werte in der Geschichte. Historische Zeitschrift, 137. Jahrgang, 1928 (zitiert nach dem Aufsatz von Carl Troll: Die Kolonialgeographie als Zweig der allgemeinen Erdkunde. Koloniale Rundschau, Heft 5 bis 7 vom 8. 8. 1933, S. 121 ff.).

<sup>13</sup> Ebenda: Die mechanische Kausalität beruht auf völliger Gleichartigkeit von Ursache und Wirkung; die biologische läßt anscheinend die Wirkung über die Ursache hinauswachsen durch die volle Entfaltung von Lebenskeimen zu Lebewesen von eigener Struktur, Zweckmäßigkeit und Gesetzmäßigkeit (rassistisches Prinzip!); die geistig-sittliche durchbricht erst recht den rein mechanischen Kausalzusammenhang, in dem spontane, auf Zwecke gerichtete Impulse der Persönlichkeiten, die weder mechanisch noch biologisch zu erklären sind, das mechanische Handeln beeinflussen und damit auch in den mechanischen Kausalzusammenhang eingreifen, der doch andererseits wieder unserem Denken sich als schlechtthin allbeherrschend und kontinuierlich, jede Unterbrechung ausschließend, darstellt. Vgl. die ähnlichen Ausführungen M. Schröters „Philosophie der Technik“, 1934, Seite 31 ff.

hänge ist sinnvoller und fruchtbringender als eine Zweiteilung in natürliche und kulturelle Vorgänge, wie sie der Unterscheidung von Natur- und Geisteswissenschaft zugrunde liegt. Die Geographie hat gleichfalls mit allen drei Kaufalitäten gleich stark zu rechnen, sie schwebt nicht als dualistische Wissenschaft zwischen Natur- und Geisteswissenschaften. Die allgemeine Geographie gliedert sich folgerichtig in drei große Gebiete, die physikalische, biologische und kulturelle Geographie, und hat je nach dem Gegenstand mit mechanischer, biologischer oder geistiger (psychischer) Fragestellung zu arbeiten.

Alles das bestimmte den Herausgeber, schon um die einzelnen Mitarbeiter nicht durch die hier aufgeworfenen Fragen in der selbständigen Behandlung des ihnen übertragenen Arbeitsgebietes einzuengen — die Geographie gerade in Würdigung ihrer Bedeutung für Luftfahrt und Luftschutz zusammenhängend am Schluß zu behandeln.

## 4

Das Deutsche Reich ist das nachbarreichste Land Europas, in dessen Mitte es gelegen ist.<sup>14</sup> Aus dieser Tatsache ergeben sich luftgeographisch gesehen Vorteile und Nachteile. Deutschland ist das Luftkreuz Europas, aber es ist auch das luftgefährdetste Land Europas. Luftbedrohung und Luftempfindlichkeit eines Landes hängen ab von seiner Lage zur übrigen Welt, von seiner Raumgestaltung, vom Verlauf seiner Land- und Wassergrenzen, von der vertikalen und horizontalen Gliederung seiner Einzelräume, von der Durchdringung mit Seen und Flüssen, von der Bodenbedeckung, von der Besiedlung und schließlich von klimatischen Einwirkungen. Hatten diese Besonderheiten in vergangener Zeit, in kriegerischen Zeiten maßgeblichen Einfluß auf die Bewegungen der Landheere und der Flotte, die auf Stützpunkte angewiesen ist, so sind diese Besonderheiten nach dem Entstehen der Luftwaffe von noch nachhaltigerer Bedeutung für jedes Land geworden.<sup>15</sup> Für Deutschland in ganz

<sup>14</sup> Ich schließe mich in diesem Abschnitt zum Teil an die weiterführenden Gedankengänge an von Leckmann, „Luftschutzleitfaden für Jedermann“, S. 24 ff., Meyer-Sellien-Borowicz „Schule und Luftschutz“, S. 88 ff. und A. Scheer „Geographische Betrachtungen zur Luftempfindlichkeit Deutschlands“. Zeitschrift Luftschutz und Schule, 1. Jahrgang, Nr. 1, S. 18 ff. Vgl. außerdem W. Janzen, „Die Geographie im Dienste der nationalpolitischen Erziehung. Ein Ergänzungsheft zu den Lehrbüchern der Erdkunde“. Breslau 1935.

<sup>15</sup> Rupert von Schumacher, „Der Raum als Waffe“, Berlin 1935, 37 Karten. Kjellén-Hausshofer, „Die Großmächte vor und nach dem Weltkriege“, 25. Auflage der „Großmächte“ von Rudolf Kjellén. 4. Auflage der Neubearbeitung. 69 Textskizzen und statistischer Anhang. Leipzig 1935. G. Scholz, Hauptmann, „Kriegs- und Wehrwissen im Unterricht. Gedanken — Erfahrungen — Umrisse“. Richtlinien u. a. für den Unterricht in Geschichte, Erdkunde, Deutsch, Staatskunde, Volks- und Heimatkunde. Gleich geeignet für den Unterricht der Schulen, der Wehrmacht, für den Hochschulbetrieb und für die Schulungsarbeit der nationalsozialistischen Verbände. Leipzig 1936.

Am 24. August 1936 setzt der Führer und Reichskanzler Adolf Hitler die Dauer der aktiven Dienstpflicht bei den drei Wehrmachtsteilen einheitlich auf 2 Jahre fest. Der Jahrgang 1914 bleibt unter den Waffen.

besonders großem Ausmaße. Denn es ist nicht nur das nachbarreichste Land Europas, sondern seine Grenzen sind meist Landgrenzen, die die Nachbargebiete also unmittelbar berühren: 6400 km Landgrenzen gegenüber 1700 km Seegrenzen. Diese Tatsachen allein bedeuten eine große Gefahr gegenüber einem feindlichen Luftangriff von der Landseite wie von der Seeseite her. Scheer beleuchtet diese Gefahr durch drei Abbildungen, die ich hier wiederhole, weil sie ohne besondere Erläuterungen verständlich sind und leicht von Schülern für jedes beliebige Land hergestellt und ausgewertet werden können (Abb. 1, 2, 3).



Abb. 1. Deutschland.

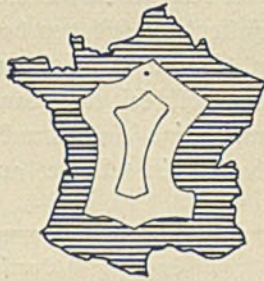


Abb. 2. Frankreich.

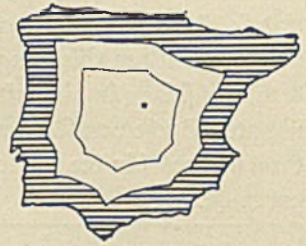


Abb. 3. Spanien.

Die schraffierten Flächen zeigen die Gebiete an, die unter Berücksichtigung des Anfluges von einer Stunde erreicht werden können. Die Breite der Streifen ist von der See mit 100 km, von den Landgrenzen her mit 150 km angegeben. Die beiden weiteren Umrißlinien sind im Abstand von 100 km eingetragen. Damit ist also dargestellt, welche Gebiete in je einer weiteren halben Stunde erreicht werden könnten. Die Vergleichsdarstellungen der drei Länder beleuchten die Tatsache, daß Deutschland das luftgefährdetste, also luftempfindlichste Land Europas ist; denn „soll in einem zentral gelegenen Land wie dem Deutschen Reich ein Flugzeug mit Brennstoff für 4 Stunden aufsteigen und in die Gebiete der Nachbarn vorstoßen, so hat es in Wahrheit nur eine Reichweite von 2 Stunden, weil es für den Rückflug etwa die gleiche Zeit wie für den Hinflug benötigt. Jeder der peripheren Staaten ist dagegen in einer günstigeren Lage, weil er die 4 Stunden voll ausnützen kann, da er nach 4 Stunden Flugdauer in einem befreundeten Land landen kann“.

Die durch das Diktat von Versailles uns aufgezwungenen Grenzänderungen haben sich besonders verhängnisvoll ausgewirkt. Die ganze Ostgrenze ist in Einzelteile zerrissen. Schlesien gleicht einer schmalen Landzunge, Pommern ist von der Meer- wie von der Landseite durch die neue Grenzziehung stark eingeeengt, Ostpreußen gleicht einer Insel. Das alles läßt sich aus den Scheerschen Umrißlinien, wie aus jeder Übersichtskarte von Deutschland in beliebigem Maßstab, von jedem Schüler ablesen und gibt ihm ein sinnfälliges Bild von der besonderen Bedeutung des Luftschutzes gerade für Deutschland.

Ebenso leicht wird er an Hand der Karte die Tatsache belegen können, daß unsere

Mittelgebirge einem Lufteinfall keine nennenswerte Schwierigkeit entgegenstellen, daß sie andererseits durch ihre vertikale Gliederung wie durch ihre Waldbedeckung die Ortung für Flugzeuge ebensowenig behindern wie das gesamte Flugnetz Deutschlands mit seinen Haupt- und Nebenrichtungen feindlichen Flugzeugen die Orientierung recht erleichtert. Ebenso wirken die Seenplatten wie die räumlich zusammenhängenden Waldungen, überhaupt die gesamte bebaute Nutzfläche. Noch augenfälliger Merkmale für die Fliegerortung, die sich für das überfallene Land verhängnisvoll auswirken, sind die größeren Siedlungen, die Städte, die je nach ihrer Art und Dichte Mittelpunkte für die verschiedenen Verkehrsmöglichkeiten geworden sind und so Angriffsziele für einfallende Luftflotten darstellen. Die Zusammenballung von menschlichen Siedlungen, die weithin sichtbaren Industriezentren geben besondere Maßstäbe für die Luftempfindlichkeit eines Landes an. In dem weiter oben genannten Buche von Teckmann ist eine sehr eindrucksvolle Zusammenstellung dieses Gradmessers für die Verlegharkeit eines Landes aus der Luft in einer Tabelle gegeben (S. 27):

	England	Deutschland	Frankreich	Polen
Dichte der Bevölkerung je qkm . . .	180	135	71	75
Prozentsatz der Bevölkerung in Industrie- u. Handelsbetrieben . . .	70	52	46	15
Zahl der Großstädte üb. 100 000 Einwohner . . . . .	39	26	15	8
Zahl der Riesengroßstädte üb. 300 000 Einwohner . . . . .	12	17	3	2

Berücksichtigt man die Zahl und Größe der Städte der tabellarischen Gegenüberstellung und ihre Lage zu den Grenzen, sowie ihre wirtschaftliche Bedeutung für die Versorgung von Volk und Land, so ergibt sich eine viel größere Luftempfindlichkeit von England und Deutschland als von Frankreich und Polen. Deutschlands Lage unter diesem Gesichtspunkt ist aber geradezu katastrophal. Man kann sagen, die Masse der Industrie- und Handelszentren liegt an der Peripherie des Reiches (das rheinisch-westfälische Industriegebiet, das dicht besiedelte industrielle Land Sachsen, die schlesischen Kohlen- und Erzlager, das mitteldeutsche Braunkohlenrevier, die Reichshauptstadt, die großen Seehandelsstädte uff.). —

Soviel von dem, was aus Übersichtskarten allein herausgelesen werden kann. Um die Luftempfindlichkeit abgegrenzter kleinerer Gebiete im einzelnen festzustellen, wird das Luftbild herangezogen werden müssen. (Kohlengebiete im einzelnen, Wasserkraftanlagen, Bebauungsformen der Großstädte mit ihrem Kranz von Rand-siedlungen und Außenwerken.)

In den Rahmen geographischer Betrachtungen fallen auch die Witterungsverhältnisse, Luftdruck und Winde, d. h. die klimatische Eigenart eines Landes, die bislang kaum mehr als in ihrer Bedeutung für die Bewohner unterrichtlich eine Rolle

spielte. Der Luftschuß, der als Unterrichtsprinzip nunmehr Berücksichtigung finden muß, zwingt, die klimatischen Fragen eingehender, mit betonter Beziehung auf die Lebenswichtigkeit für die Erhaltung, für den Schutz von Volk und Staat zu behandeln.<sup>15a</sup> Hier sei nur die eine Bemerkung (Scheer) noch hingestellt: Infolge der Bodengestaltung und des Nachbarreichtums liegen die gefährdetsten Gebiete des Reiches im Osten und Westen. Deutschland liegt in einer Zone vorwiegender Westwinde; daraus folgt: Ein Überfliegen des deutschen Reichsgebietes in der West-Ost-Richtung ist wesentlich leichter als etwa ein Vorstoß von uns nach Westen. Schon diese eine Tatsache, die zweifellos zur geographischen Behandlung des Luftschusses in der Schule gehört, weist die ausschlaggebende Bedeutung, die klimatische Betrachtungen jetzt mehr als in der Vergangenheit für die Allgemeinheit besitzen. Die meteorologische Beratung ist schon allein für den Luftverkehr, viel mehr aber noch für den Einsatz der Luftwaffe wie für die Tätigkeit der Flugabwehr ein nicht mehr zu entbehrendes Hilfsmittel geworden.

Zwar hatten bisher Luftdruck und Winde wie klimatische und Witterungsverhältnisse unterrichtlich einen festen Platz in der Physik wie in der Erdkunde jeder Schule. Jetzt aber gehen sie das ganze Volk an und berühren seine Existenz als gleichwichtig für die Luftfahrt wie für den Luftschuß.

## 5

Schon rein äußerlich sichtbar springt jedermann die Tatsache ins Auge, daß die „Zeitungswetterkarte“, die täglich erscheint, also jedem Zeitungsleser zugänglich ist, seit der Mitte des Jahres 1935 in veränderter Form dargeboten worden ist, die wesentliche Änderungen in der Darstellungsweise sichtbar macht<sup>16</sup> (Abb. 4).

Die beiden abgebildeten Wetterkarten, welchen die gleiche Wetterlage zugrunde liegt, lassen die Unterschiede beider Darstellungsmethoden deutlich erkennen. Die alte Wetterkarte erscheint überlastet durch die Wiedergabe der Meldungen zu vieler Stationen, von denen man — wegen der Kleinheit des Kartendrucks — nicht einmal weiß, welchen Orten sie zugehören. Die Ausfüllung des Stationskreises gibt die Bewölkung, der angetragene Pfeil die Windrichtung und das Gefieder dieses Pfeils die Windstärke an. Die beige-schriebene Zahl bezeichnet die Temperatur; durch besondere Symbole wird außerdem auf besondere Witterungszustände hingewiesen (z. B. Regen, Schneefall, Gewitter, Nebel usw.). Die Luftdruckverteilung wird durch Linien gleichen Luftdrucks, die sogenannten Isobaren, kenntlich gemacht; durch dieses Druckrelief treten erst die Hoch- und Tiefdruckgebiete hervor, die man nach der in Laienkreisen verbreiteten Anschauung als reine Druckgebilde weitgehend verknüpft mit der herrschenden Witterung ansieht.

Es ist nicht zu verkennen, daß in der alten Wetterkarte ein Zuviel an Einzelheiten geboten wurde, die den Laien verwirren und es ihm fast unmöglich machten, aus ihnen die Wetterlage herauszulesen oder daraus Rückschlüsse auf die Wetterentwicklung zu ziehen. Sie verlangte zum Verständnis ein erhebliches Maß von Kenntnissen, das man bei der großen Masse nicht voraussetzen kann. Um die Ergebnisse der meteorologischen Wissenschaft in einer verständlicheren, der Mehrzahl der Leser des Pressewetterdienstes angepaßten Form darzubieten und damit das

<sup>15a</sup> Vgl. S. 293 ff.

<sup>16</sup> Die beiden Wetterkarten sind nebst der Beschreibung dem W. vom 12. August 1935 entnommen.

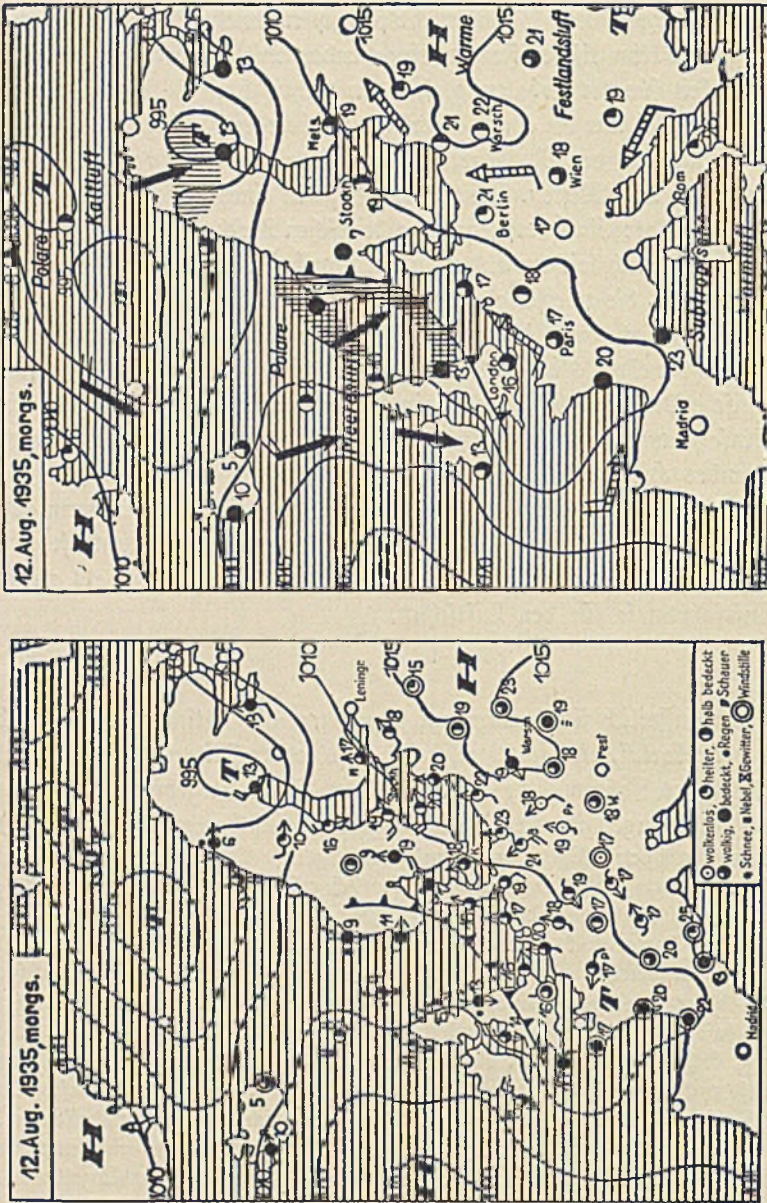


Abb. 4. Beispiel früherer Wetterkarten

Interesse der Allgemeinheit für die Wetterkunde zu fördern, wurden auf Veranlassung des neuerrichteten Reichsamtes für Wetterdienst bei der Berliner Wetterdienststelle Versuche unternommen, durch eine Änderung der Darstellungsmethoden die Wetterkarte in der Zeitung übersichtlicher und sprechender zu gestalten, dennoch aber wissenschaftlich einwandfrei zu belassen. Nach den Erfahrungen dieser Versuche hat nunmehr das Reichsamt für Wetterdienst einheitlich für das ganze Reichsgebiet die Herausgabe einer Wetterkarte verfügt, deren Form wir seitdem täglich in den Zeitungen sehen.



Eine wesentliche Vereinfachung der neuen Zeitungswetterkarte besteht darin, daß man sich auf die Wiedergabe der Meldungen nur sehr weniger charakteristischer Stationen in bekannten Orten beschränkt. Die Ausfüllung der Stationskreise gibt — wie früher — die Bewölkung, die nebenstehende Zahl die Temperatur an. Eine grundlegende Änderung hat die Darstellung der Luftströmungen gefunden. An Stelle der früher üblichen kleinen Windpfeile, die an jeden Stationskreis angeheftet wurden, sind jetzt große helle und dunkle Pfeile eingetragen, welche die Bewegungsrichtung warmer oder kalter Luftmassen, unbeeinflusst von örtlichen Strömungen, bezeichnen. Durch Textzusätze wird außerdem die Art der Luftmassen gekennzeichnet, z. B. kühle Meeresluft, warme Festlandsluft usw. Die Bewegung dieser verschiedenartigen Luftkörper, ihre Wechselwirkung zueinander ist nach den Anschauungen der modernen Meteorologie sehr eng mit der Wettergestaltung an einem Orte verknüpft, und zwar viel weitgehender als die Luftdruckverteilung.

Die Zeitungswetterkarte soll nicht nur ein Bild der herrschenden Wetterlage vermitteln — das schon überholt ist, wenn es der Leser zu Gesicht bekommt —, sondern gleichzeitig die im Text des Wetterberichts niedergelegte Vorhersage begründen und veranschaulichen.

Beibehalten sind die Linien gleichen Luftdrucks, die Isobaren. Mit der Angabe des Luftdrucks in Millibar — an Stelle der früher gebräuchlichen Millimeter Quecksilber — hat man sich zwar in Laienkreisen noch nicht befreunden können, doch dürfte auch hier wegen der Anlehnung der Millibarskala an das metrische System eine Gewöhnung an diese Zahlen eintreten, genau so wie früher bei der Temperatur beim Übergang von Réaumur zu Celsius. Die Umrechnung von Millimeter-Quecksilberhöhe in Millibar ist sehr leicht. 750 mm entsprechen genau 1000 Millibar, oder, was noch verständlicher sein dürfte, einer technischen Atmosphäre. Die Luftdruckzahlen in der Wetterkarte geben jetzt die Tausendteile einer Atmosphäre an. —

Die Zeitungswetterkarten haben seit dem 1. Januar 1937 eine neue, noch ansprechendere Ausführung und Tönung erhalten. Deshalb scheint es zweckmäßig für die Aufgabe dieses Handbuches, noch eine Folge von fünf Karten aufzunehmen mit der dazugehörigen Zeichenerklärung und einer kurzen Beschreibung der sich aus ihnen ergebenden Wetterlage (Abb. 5)<sup>10a</sup>.

Arktische Festlandskaltluftmassen brachten seit etwa Mitte Januar Osteuropa, Skandinavien sowie Mitteleuropa östlich der Elbe tief winterliche Witterung, mit zeitweise sehr strengen Frösten.

Am 30. Januar 1937 hat die arktische Kaltluft sich westwärts bis zu den Britischen Inseln ausgebreitet. Ihre südliche Begrenzung verläuft über Belgien, Süddeutschland nach dem Balkan. Mildere Luftmassen der gemäßigten Breiten, die von Südwesten her über die Kaltluftmassen aufgleiten, führen in großen Teilen Deutschlands zu verbreiteten Schneefällen. Eine neue Sturmstörung dringt über dem Djean mit subtropischer Meereswarmluft nordostwärts vor. Die Wetterkarte vom 31. Januar (Abb. 5) zeigt das weitere Vordringen der milden Meeresluftmassen. Die Grenze der arktischen Luft ist nach Nordosten zurückgewichen. Im Bereiche der subtropischen

<sup>10a</sup> Der Reichswetterdienst, Ausgabeort Dresden, hat mit Genehmigung des RM. die Zeitungswetterkarten vom 30. Januar bis 3. Februar 1937 mit einem eigens für den Zweck des Handbuches hergestellten zusammenhängenden Bericht über den aus den Karten sich ergebenden Witterungsverlauf dankenswerterweise zur Verfügung gestellt. Der Verfasser ist Dr. P. Troll, Meteorologe an der Wetterwarte Dresden. Vgl. seinen Beitrag S. 293 ff.

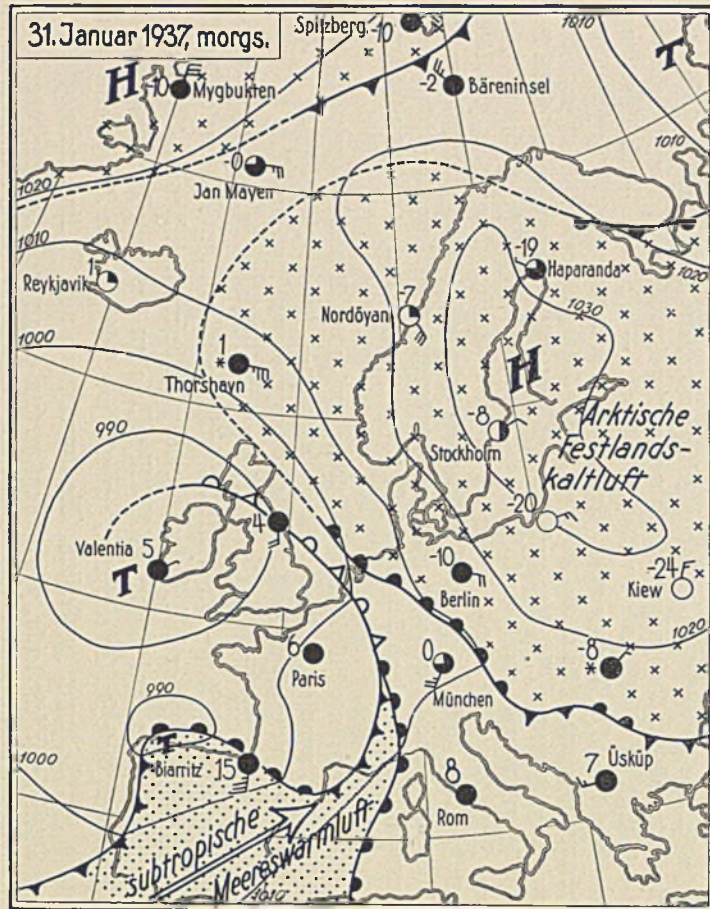


Abb. 5. Zeitungswetterkarten

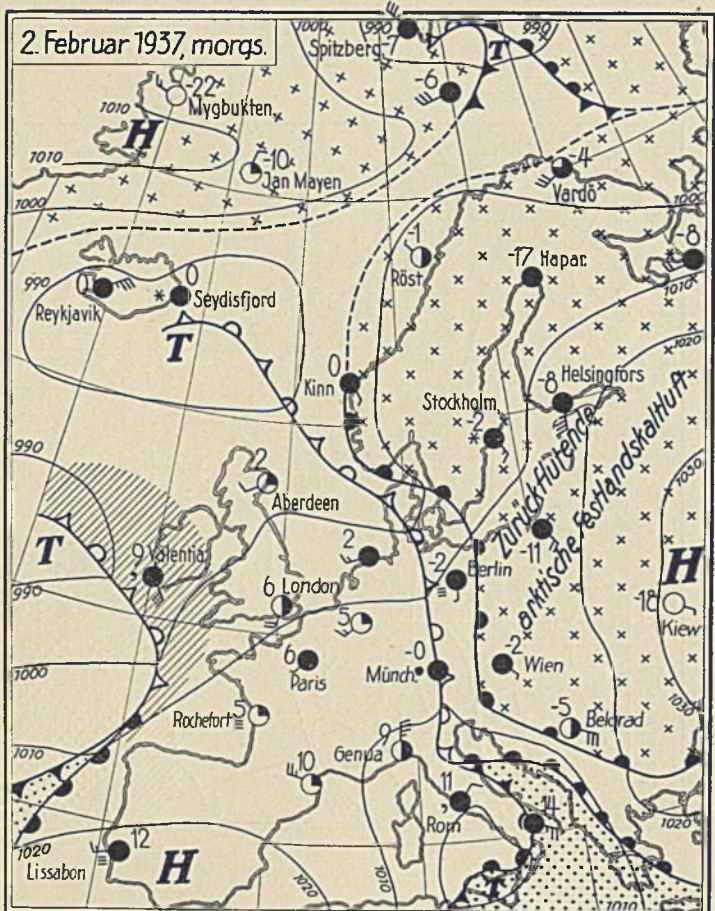
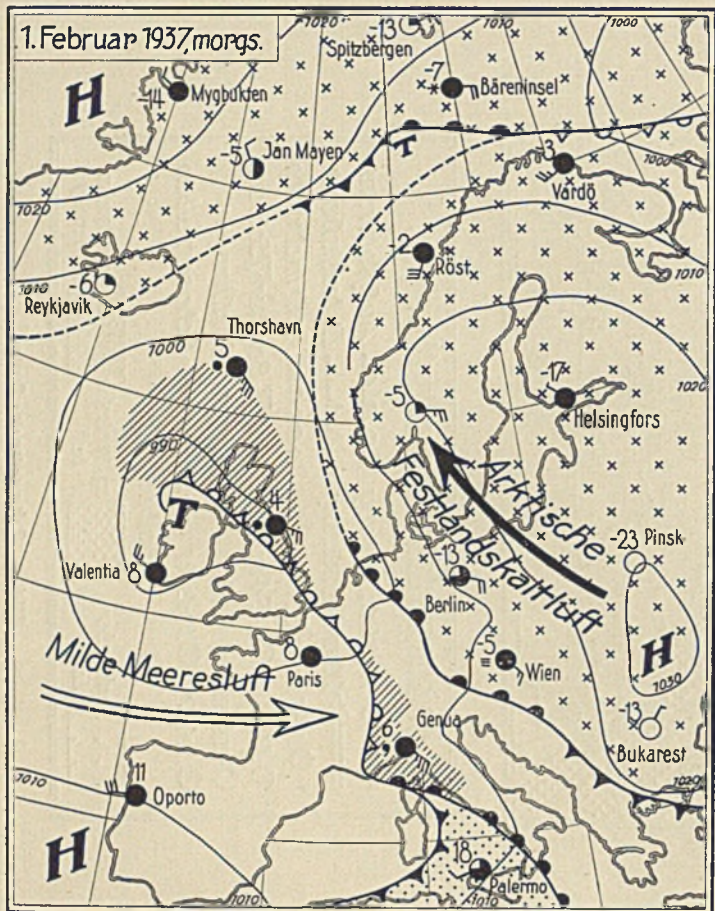
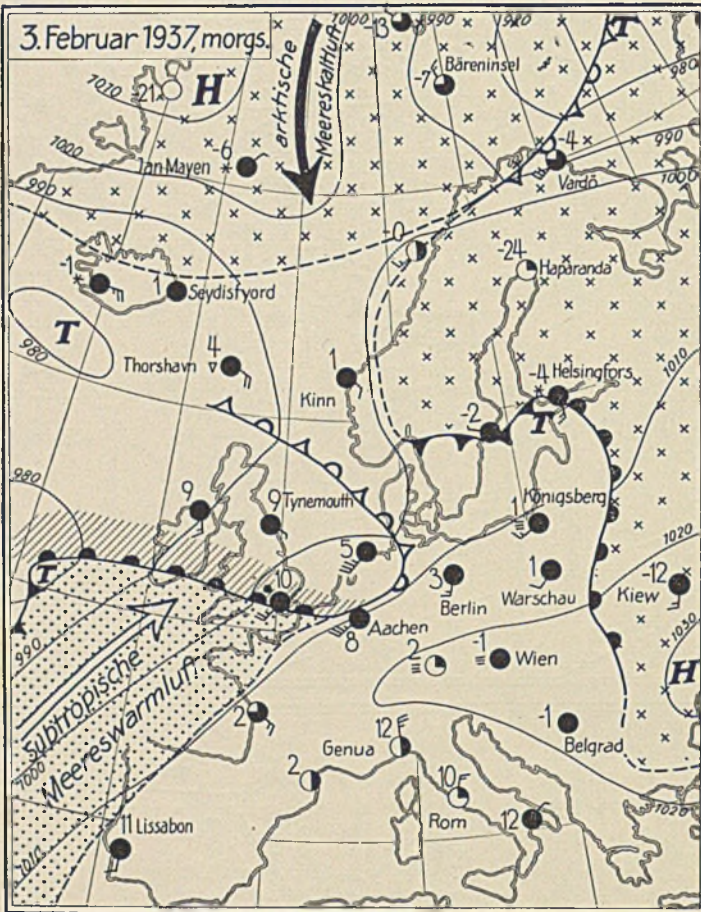


Abb. 5. Zeitungswetterkarten.



**Zeichenerklärung zur Wetterkarte**

<p>→ Kaltluftströmung</p> <p>⇨ Warmluftströmung</p> <p>○ WS Stärke 1    ○ NW 2</p> <p>○ N 3    ○ NE 4 usw.</p> <p>○ wolkenlos    ● wolkig</p> <p>○ heiter    ● bedeckt</p>	<p>⋯ Aufgleitfront</p> <p>▲ Einbruchsfrent</p> <p>△△△ Front in der Höhe</p> <p>≡ Nebel    ⚡ Gewitter    ∇ Schauer</p> <p>● Regen    ☉ Sprühregen</p> <p>* Schnee    † Schneetreiben</p>	
Gebiete mit		
<p>⋯ arktischer Luft</p>	<p>⋯ subtropischer Luft</p>	<p>▨ anhaltendem Niederschlag</p>

Abb. 5. Zeitungswetterkarten.

Meereswarmluft liegt die Morgentemperatur an der französisch-spanischen Grenze in Biarritz bereits bei  $15^{\circ}$ . In Ostpreußen hat sich der Frost dagegen noch verstärkt. Die nach Süden ausfließenden arktischen Festlandskaltluftmassen haben auf dem Balkan zu einem erheblichen Temperatursturz geführt. Am 1. Februar (Abb. 5. 1. 2.) hat sich die Grenze der arktischen Festlandskaltluftmassen über Mitteleuropa nur wenig verändert. Während es in Deutschland wieder kälter geworden ist, hat über Westeuropa die Milde weitere Fortschritte gemacht. Besonders ergiebige Regenfälle sind in Südostfrankreich aufgetreten. Die Vorherrschaft der Festlandskaltluft über Mitteleuropa wird im Laufe des 2. Februar durch das energische Vordringen der milden Meeresluftmassen nach Nordosten beendet. Noch am 1. Februar meldete Berlin  $-13^{\circ}$ , während am 2. Februar die Temperatur bereits auf  $-2^{\circ}$  und am 3. Februar auf  $+3^{\circ}$  angestiegen ist. Nach tagelangen Oststürmen mit Schneefällen war dieser Wetterumschlag im Laufe des 2. Februar besonders kraß. Der Temperaturanstieg betrug meist mehr als  $10^{\circ}$ . Bis zum 3. Februar haben die milden Meeresluftmassen ganz Deutschland überflutet und sind bis zu den Ostseerandstaaten vorgedrungen. In Süd- und Mitteldeutschland kommt es zwar noch zu leichten Nachtfrostern, die Tagestemperaturen liegen jedoch allgemein über dem Gefrierpunkt. Neue Störungen dringen vom Dzean mit subtropischen Meeresluftmassen nordostwärts vor. Strenge Winterkälte wird nur noch aus Nordeuropa, aus Mittel- und Nordskandinavien gemeldet.

Die abgebildeten Karten sind Zeitungswetterkarten, wie sie jedem Zeitungsleser zugänglich sind. Sie stellen einen Ausschnitt aus der großen Europakarte dar, die in den einzelnen Wetterdienststellen als Arbeitsgrundlage dient. Die Ausstattung und Darstellungsweise der Zeitungswetterkarte haben im Laufe der Zeit manche Änderungen erfahren, welche durch die Fortschritte der letzten Jahre bedingt waren. In ihrer heutigen Form ist die Zeitungswetterkarte auf den modernsten Anschauungen der meteorologischen Wissenschaft aufgebaut; außerdem dürfte nunmehr für die Karte eine Art der Darstellung gefunden sein, die dem Zeitungsleser das Lesen der Wetterkarte wesentlich leichter macht, als dies früher der Fall war.

Überhaupt haben die Fortschritte unserer physikalischen Kenntnisse dem Wetterdienst besonders in den letzten Jahren eine Reihe von Verbesserungen gebracht, und zwar sowohl nach der praktisch-prognostischen Seite, als auch nach der rein theoretischen Seite hin. Weitere Untersuchungen werden unsere Kenntnisse ständig erweitern und vertiefen. Als besonders förderlich für den gesamten Dienstbetrieb muß die Tatsache hervorgehoben werden, daß nunmehr der gesamte Deutsche Wetterdienst einer einheitlichen Leitung untersteht und daß in Berlin eine zentrale Fachbehörde für meteorologische und klimatologische Fragen, das Reichsamt für Wetterdienst, besteht. Auch trägt es erheblich zur Vereinfachung und Verbesserung der Arbeitsmethoden bei, daß die früher getrennten Dienstzweige des Flugwetterdienstes und Wirtschaftswetterdienstes zusammengelegt worden sind, wodurch sich beide gegenseitig wirksam unterstützen können.

Als bemerkenswerte Erscheinung auf dem Gebiete der Auswertung der Zeitungswetterkarten für den großen Kreis der Zeitungsleser darf man die Einrichtung von Witterungsvorhersagen für die Zeit von zehn Tagen buchen.

„Die Forschungsstelle für langfristige Witterungsvorhersage des Reichswetterdienstes in Bad Homburg v. d. H. gibt von Anfang Juni bis Anfang Oktober 1937, ähnlich wie in den Vorjahren, Zehntagevorhersagen heraus.“ Der W.D. veröffentlicht diese Berichte, die jeweils bis zum Ende der Dekade gelten, regelmäßig am Donnerstag. Der für die Zeit vom 10. bis 19. Juni ausgegebene Bericht lautete: Von örtlichen gewittrigen Störungen abgesehen, wird fast in ganz Deutschland die gegenwärtige warme, heitere und trockene Witterung fortbestehen. Nur im Nordwesten wird das Wetter leicht unbeständig und etwas bewölkt, im ganzen jedoch auch freundlich sein. Vorübergehend wird im Westen in etwa vier, im Osten in fünf bis sechs Tagen unbeständiges Wetter auftreten, nach welchem sich wieder schönes, jedoch kühleres Wetter einstellt. Besonders wird im Nordosten stärkere Abkühlung eintreten. Die Zahl der Tage mit Niederschlägen wird in dem zehntägigen Zeitraum meistens unter fünf bleiben, die Gesamtsonnenscheindauer 80 Stunden überschreiten.

Um an Hand von Karten des Reichswetterdienstes wenigstens ein Beispiel für die dort übliche Darstellungsform zu geben, sei in Abbildung 6 eine Folge von amtlichen Wetterkarten in verkleinertem Maßstabe abgedruckt.<sup>17</sup> Die diesen Wetterkarten beigegeführten Erläuterungen sind für die Belehrung wertvoll, so daß es angezeigt erscheint, auch sie ausführlich zu wiederholen:

#### Erläuterungen zu der Veröffentlichung der Luftmasse über Dresden

Die Verteilung der Wetterelemente, besonders der Temperatur und Feuchtigkeit, zeigt nur selten eine stetige Änderung jedes Elementes über einem größeren Gebiet, weit häufiger dagegen Zonen sprunghafter, unstetiger Übergänge. Diese Zonen umgrenzen meist eine in sich einheitliche und abgeschlossene „Luftmasse“. Ist eine derartige Luftmasse eine gewisse Zeit in einem Hochdruckgebiet über einer Gegend in Ruhe geblieben, dann nimmt sie allmählich die für diese Gegend typischen Eigenschaften an und behält sie eine gewisse Zeit bei, auch wenn sie aus irgendeinem Grunde ihren Ursprungsort verlassen hat. Damit ist die Möglichkeit gegeben, die Herkunft der Luftmassen nach geographischen Gesichtspunkten zu bestimmen. Man ist übereingekommen, zwischen arktischen Luftmassen (A), Luftmassen gemäßigter Breiten (G), subtropischen (T) und äquatorialen Luftmassen (E) zu unterscheiden. Die in unseren Breiten überwiegend auftretenden G-Luftmassen teilt man weiterhin ein in eine  $G_A$ - und eine  $G_T$ -Luft, je nachdem ihr Ursprung in mehr nördlichen (der A-Luft näheren) bzw. mehr südlichen (der T-Luft näheren) Gebieten der gemäßigten Zone liegt. Mischluft wird mit X bezeichnet, z. B. bedeutet X ( $G_T$ , TW) Mischluft aus  $G_T$  und TW.

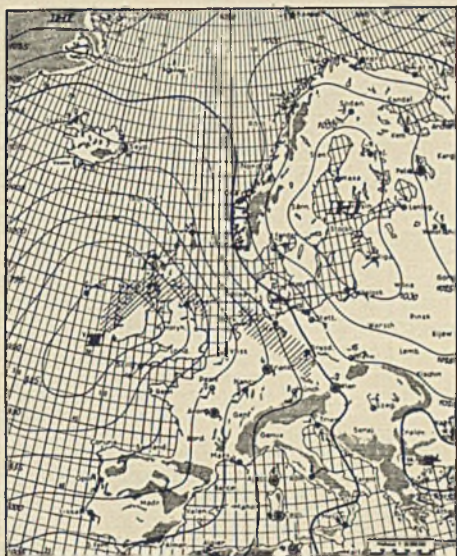
Je nach ihrer Fortbewegungsrichtung hat die auftretende Luftmasse den Charakter einer Kaltluft (K) oder einer Warmluft (W). Arktische Luft tritt in Mitteleuropa stets als kalte Luft (AK), aus gemäßigten Breiten stammende als warme (GW) oder als kalte (GK) auf; subtropische Luft gelangt als Warmluft (TW) zu uns.

Auf dem Wege vom Ursprungsort wird die Luftmasse in der Regel durch die Beschaffenheit

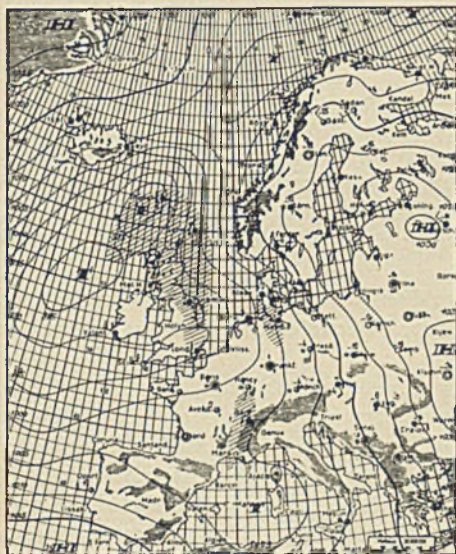
<sup>17</sup> Wetterkarte des Reichswetterdienstes, Ausgabeort Dresden. Druck und Verlag: Wetterdienst Dresden, Flughafen. Es empfiehlt sich für jede Schule, diese Wetterkarten fortlaufend zu beziehen (monatlich RM. 1.50).



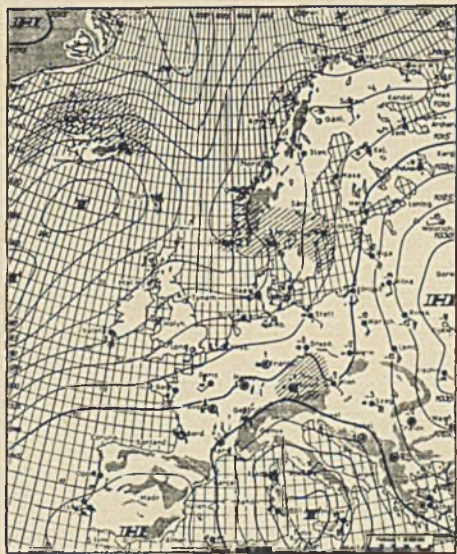
30. 1. 1937



31. 1. 1937



1. 2. 1937



2. 2. 1937

**Zeichenerklärung:**

**Im Stationskreis:**

- wolkenlos
- ⊖ fest wolkenlos
- ⊙ heiter
- ⊕ halbbedeckt
- ⊗ wolkig
- ⊖ fast bedeckt
- bedeckt

- Die Windpfeile fliegen mit dem Wind.
- ⊙ Windstille
  - Windstärke 1 - sehr leicht
  - - 2 - leicht
  - - 3 - schwach
  - - 4 - mäßig
  - - 5 - frisch
  - - 6 - stark
  - - 7 - steil
  - - 8 - stürmisch
  - - 9 - Sturm

**Neben dem Stationskreis:**

- Regen
- \* Schnee
- △ Graupel
- ▲ Hagel
- ⊖ Gewitter
- ≡ Nebel
- ∞ Dunst

Die den Stationen beschriebenen Zahlen bedeuten die Lufttemperatur.

Die eingezeichneten Linien (Isobaren) verbinden Orte gleichen Barometerstandes (reduziert auf 0°C und Meeresniveau) und sind von 5 zu 5 millibar gezogen. 1000 millibar (mbar) entsprechen 750.08 mm Luftdruck.

Grenzen zwischen Luftmassen verschiedener Herkunft sind, falls ihr

Vorüberzug für das Vorhersagegebiet einen merklichen Wechsel der Wetterelemente zur Folge hatte oder haben wird, besonders gekennzeichnet:

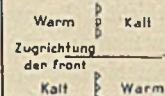


Abb. 6. Karten des Reichwetterdienstes.

des überquerten Gebietes von unten her beeinflusst. Diese Einwirkung bringt man durch Beifügung der Bezeichnungen maritim (m) bzw. kontinental (c) zum Ausdruck. Denn es ist in überragendem Maße der Unterschied von Ozean und Festland, der eine deutlich unterscheidbare Veränderung einer Luftmasse auf ihrem Wege auszulösen vermag. So wirkt der Ozean stets feuchtigkeitsanreichernd, das Festland austrocknend. Die Luft wird über dem Ozean im Sommer abgekühlt, im Winter erwärmt; über dem Festlande herrschen umgekehrte Verhältnisse.

## Einteilung der Luftmassen

Hauptluftmassen	Bodenbeeinflussung u. Ursprung	Strömungsrichtung	Ursprungsort	Hauptzeit des Auftretens in Mitteleuropa
A	mA	mAK	Grönland, Spitzbergen Nowaja-Semlja, Barentsmeer, N.-Rußland.	ganzjährig } mit Ausnahme ganzjährig } Juli-August
	cA	cAK		
G	mGA	mGAK, mGAW	Nördlicher Atlantik, Kanada Innerrußland, Finnland, Skandinavien Nördlicher Atlantik bei etwa 50° Breite	ganzjährig } ganzjährig } bef. kältere ganzjährig } Jahreszeit
	cGA	cGAK, cGAW		
	mGT cGT	mGTK, mGTW cGTK, cGTW		
T	mT	mTW	Subtrop. Meere, Azoren, Mittelm. Subtrop. Luftmassen, N.-Afrika, südl. Balkan	ganzjährig } ganzjährig } bef. wärmere ganzjährig } Jahreszeit
	cT	cTW		
E	mE	gelangen vom thermischen Äquator meist nur in der wärmeren Jahreszeit als Antipassat (in der Höhe über antizyklonalen Gebieten) nach Mitteleuropa		ganzjährig
	cE			

Die Luftmassen können schließlich örtlich eine weitere Veränderung erfahren, indem sie durch Abwärtsbewegung föhlig erwärmt und ausgetrocknet, durch Stau am Gebirge abgekühlt und mit Feuchtigkeit gesättigt werden, usw. Derartige Beeinflussungen kennzeichnet man durch Anfügung folgender Buchstaben:

i: Einstrahlung (Bodenüberhitzung), f: Föhn, r: Stau, d: dunstig, o: Ausstrahlung (Bodenabkühlung), m: unterste Schichten durch Überqueren von Meeresbuchten und Binnenseen feuchter geworden.

Die regelmäßige Beachtung der Luftmassen über einem Ort und ihrer Aufeinanderfolge bedeutet einen Fortschritt nicht allein vom Standpunkt der synoptischen Meteorologie, sondern auch für klimatologische Untersuchungen; denn die Luftmassen besitzen typische Eigenschaften auch für Strahlung, elektrische Potentialgefälle, elektrische Leitfähigkeit und andere biologisch wichtige Elemente. Deshalb prüft die heutige Meteorologie regelmäßig die Wetterlage unter dem Gesichtspunkt der Luftmassenverteilung. Unsere Wetterkarte teilt die über Dresden gelegene Luftmasse täglich auf der linken Innenseite unter Benutzung der vorstehenden Bezeichnungen mit.

## Erläuterungen zu den Messungen des Wahnsdorfer Observatoriums

Unter dem Diagramm des täglichen Ganges der Lufttemperatur und des Luftdruckes in Dresden werden an jedem Tage einige Messungen des Observatoriums Wahnsdorf aus dem Gebiet der Sonnenstrahlung, der Luftelektrizität und der Abkühlung veröffentlicht. Diese Messungen werden auf den nach unten verlängerten Stundenlinien des Diagramms eingetragen, und zwar die luftelektrischen Elemente für jede volle vierte Stunde und die Abkühlungsgröße in Mittelwerten über die Nacht, den Vor- und den Nachmittag. Für die Strahlungswerte können aus messtechnischen Gründen keine feststehenden Zeiten innegehalten werden.



### Die Sonnenstrahlung

Auf seinen Weg durch die Atmosphäre wird das Sonnenlicht beträchtlich verändert und in seiner spektralen Ausdehnung so gekürzt, daß es im Grunde der Atmosphäre nur noch das Wellenlängengebiet von 0,3 bis 3  $\mu$  (Tausendstel Millimeter) umfaßt. Die in diesem Spektralgebiet enthaltene Energie wird als Gesamtintensität der irdischen Sonnenstrahlung bezeichnet und in Grammkalorien pro Quadratzentimeter und Sekunde gemessen. Aus der wechselnden Energieverteilung im irdischen Sonnenspektrum lassen sich wichtige Schlüsse auf die Vorgänge in den durchstrahlten Atmosphärenschichten ziehen. — Von den einzelnen Spektralgebieten des Sonnenlichtes ist das kurzwellige Ultraviolett (UV) infolge seiner spezifischen Heilwirkung und seiner Bedeutung für die Erythem- und Egosterinbildung besonders wichtig. Die örtlichen, tages- und jahreszeitlichen Schwankungen sind im UV weit größer als in den übrigen Spektralgebieten, wobei noch zu beachten ist, daß in unseren Breiten die diffuse UV-Strahlung des Himmels diejenige der Sonne meist beträchtlich übertrifft. Die Intensität des UV-Lichtes in absolutem Maß zu bestimmen, bereitet erhebliche Schwierigkeiten. Daher begnügt man sich in der Praxis mit einem relativen Maß. Als solches dient zumeist der Elektronenstrom einer lichtelektrischen Zelle mit geeigneter Radiumfüllung, da er der biologischen Wirkung des UV-Sonnen- und Himmelslichtes weitgehend proportional ist.

### Die lufterlektrischen Elemente

In der Atmosphäre besteht bei allen Wetterlagen ein elektrisches Feld. Daher besitzt jeder Punkt der Atmosphäre gegen den Erdboden einen elektrischen Spannungsunterschied (Potentialgefälle), der in Volt pro Meter gemessen wird. Meist ist dieses Potentialgefälle gegen die Erde, die eine konstante negative Eigenladung trägt, positiv. Doch treten häufig auch negatives Potentialgefälle sowie ganz außerordentliche Spannungsschwankungen auf, die in vielen Fällen als wichtige Anzeichen für bedeutsame meteorologische Veränderungen in den umgebenden Luftmassen gedeutet werden können. Die lufterlektrische Leitfähigkeit ist eine komplexe Größe. Sie hängt von der Ionenzahl und der Ionenbeweglichkeit in der Atmosphäre ab und zeigt Schwankungen, die häufig denen des Potentialgefälles entgegengesetzt verlaufen. Als Quelle für die Ionisierung der Atmosphäre kommen hauptsächlich die radioaktiven Bestandteile der Luft und des Erdbodens sowie die Hesssche Höhenstrahlung in Frage.

### Die Abkühlungsgröße

Die von E. Dorno eingeführte mit dem Davoser Frigorimeter registrierte physikalische Abkühlungsgröße ist ein Wärmemaß, das für viele klimatische, biologische und wärmetechnische Untersuchungen von grundlegender Bedeutung ist. Sie mißt die Abgabe (unter Umständen auch Zufuhr) von Wärmeenergie eines schwarzen Körpers bestimmter Temperatur unter dem Einfluß der jeweils vorhandenen Witterungselemente, von denen in erster Linie Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur, Feuchtigkeit und die stets vorhandenen, zum Teil sehr verwickelten Strahlungsvorgänge zu nennen sind. Somit faßt die Abkühlungsgröße — und darin liegt ihre besondere Bedeutung — die Wirkung der verschiedensten Witterungsfaktoren zu einem einzigen fundamentalen Energiewert zusammen, der in absolutem Maß, und zwar in Millikalorien je Quadratzentimeter und Sekunde ( $10^{-3}$  cal cm<sup>-2</sup> sec<sup>-1</sup>) angegeben wird.

Selbstverständlich bieten solche Wetterkarten nur eine erste Orientierung über das Verhältnis von Luftdruck, Winden und Wetter, für die Sicherheit des Luftverkehrs reichen sie nicht aus. Für ihn müssen neben den sichtbaren Trägern des reinen Luftdienstes — den Flugzeugen mit ihren Meßinstrumenten jeder Art — noch äußerlich nicht sichtbare Stellen mitarbeiten, die ebenso im Dienste der Luftfahrt,

des Verkehrs, der Militärluftfahrt und des Sports stehen und die gar nicht unwichtig sind.<sup>18</sup>

Im Wetterdienst arbeiten eine Menge Menschen, der Gelehrte ebenso wie der Techniker, als Handarbeiter. Aus kleinen Anfängen entstand allmählich in wissenschaftlicher, systematischer Aufbauarbeit der heutige Reichswetterdienst, dessen Tätigkeit sichtbar dort ausmündet, wo der Pilot oder der Fluglehrer eine Wetterberatung in schriftlicher Form empfängt. Von den großen meteorologischen Instituten, z. B. der Hamburger Seewarte bis hinunter zur kleinsten Wetterstation irgendwo im Gebirge, auf der Schneekoppe oder in den mitteldeutschen Gebirgen, überspannt ein Netz von Stationen aller Art, die untereinander mit Drahtleitungen oder auf drahtlosem Wege arbeiten, das Reichsgebiet, wandern die Wetterbeobachtungen der Kleinen wie der Großen an die Zentralstellen. Dort werden sie gesichtet und von den Wissenschaftlern ausgewertet, in Wetterkarten eingetragen und schließlich an die Führer der Flugzeuge ausgegeben. —

Jeden Tag zweimal steigen an sieben Stellen im Reich die Wetterflieger auf, sieben Augenpaare der Meteorologen übersehen zur gleichen Zeit das ganze deutsche Vaterland aus im Durchschnitt 5000 Metern Höhe. Jeden Morgen gegen 7,30 Uhr starten in Königsberg, Berlin, Hamburg, Köln, Frankfurt, München und Breslau die Wettermaschinen, eine Stunde später landen sie wieder, die Meteorologen verarbeiten in der Wetterstelle das Ergebnis ihres Höhenfluges und müssen um 10 Uhr damit fertig sein. Aus der Weiterverarbeitung aller Wetterbeobachtungen entsteht dann schließlich die Wetterberatung, die die örtliche Wetterstelle auf den Flugplätzen des Reiches den startenden Piloten aushändigt. Nun weiß der Pilot, was ihn bei seinem Fluge erwartet und kann sich darauf einstellen. So ist die Wetterfliegerei der Ausgangspunkt für die Sicherheit und für die Pünktlichkeit des Luftverkehrs. —

Dem neu geschaffenen „Reichsamt für Wetterdienst“ ist die Aufgabe gestellt, den Wetterdienst des Reiches zentral, wissenschaftlich und technisch zu leiten und zu beaufsichtigen. Der Präsident dieses Reichsamtes arbeitet in der Hauptsache mit drei Abteilungen:

1. Die Abteilung Klimatologie oder Klimawetterdienst ist in Bezirke unterteilt, wobei z. B. zum Klimakreis Berlin die Luftamtbezirke Berlin, Stettin und Magdeburg gehören, mit allen Beobachtungsstellen, zusammengefaßt zu einem Beobachtungsnetz. Dreimal am Tage werden Luftdruck, Temperatur und Feuchtigkeit der Luft festgestellt. Die benutzten Instrumente sind einheitlich gehalten, damit ein ganz klares Gesamtbild ohne Verzerrungen dabei herauskommt. Alles wird, ist es erst einmal für den täglichen Dienst ausgewertet, gut aufbewahrt und weiterer wissenschaftlicher Auswertung zugeführt, indem man es für Monate oder längere Zeit-

<sup>18</sup> Die folgenden Ausführungen schließen sich eng an an die im WB. mitgeteilten Richtlinien des „Reichswetterdienstes und Flugversicherung“ in Nr. 39 der Wochenbeilage Luftfahrt — Luftschutz vom 5. Dezember 1935 und dem Artikel „Der tausendste Flug in Berlin-Tempelhof“: Jubiläum des Wetterfliegers. WB. vom 26. November 1935.

abschnitte, auch ganze Wetterperioden, zusammenstellt. Mit der Zeit bekommt die Wissenschaft auf diese Weise wertvolle Nachschlagewerke, z. B. das Deutsche Meteorologische Jahrbuch. Auf den deutschen Universitäten lernt die Jugend eine Wissenschaft, die zwar nicht neu ist, aber unerhört wichtig, auf den Fliegerschulen lehrt man die jungen Flugschüler die Wissenschaft vom Wetter und seiner Gestaltung, soweit sie sie für ihren Flugdienst brauchen.

Im ganzen haben wir in Deutschland fünf Klimakreise: Königsberg, Berlin, Münster, Dresden und München.

2. Die zweite Abteilung nennt sich Synoptische Abteilung, sie regelt den allgemeinen Dienstbetrieb und überwacht ihn, z. B. die Flughafenleitungen, und sorgt für einheitliches Arbeiten durch Bearbeitung und Herausgabe von Dienstvorschriften, nach denen sich jeder zu richten hat. Sie sorgt auch für Ausbildung der Wissenschaftler und für den notwendigen Technikerersatz und Technikernachwuchs. Die Wettervorausage, das wissenschaftlich schwierigste und in der Praxis des Fliegens ausschlaggebendste Moment, stellt sich gewissermaßen als ein edles Ringen zwischen Theorie und Praxis, zwischen Wissenschaftler und Flieger dar, das Ziel ist die Schaffung einer Vertrauensbasis zwischen beiden. Je mehr die Vorausagen des Wissenschaftlers stimmen und zutreffen, desto mehr wächst das Vertrauen des Fliegers zu der Art des Wissenschaftlers. Das natürliche Streben der Wissenschaft geht dahin, die Wettervorausage nicht nur ganz sicher, sondern auch langfristiger im voraus zu gestalten.

3. Die dritte Abteilung umfaßt den Höhenwetterdienst mit den Meteorologischen Observatorien Lindenberg in der Mark und Friedrichshafen am Bodensee und die sieben Wetterflugstellen in Berlin, Königsberg, Hamburg, Köln, Breslau, Darmstadt und München. Die Observatorien messen regelmäßig den Luftdruck, die Lufttemperaturen und den Feuchtigkeitsgehalt der Luft in ihrer vertikalen Verteilung durch Drachen und Ballone. Die Flugstellen dagegen suchen ihre Feststellungen zweimal täglich in Flügen bis in etwa 6000 Metern Höhe.

Ein sorgfältig gesponnenes Wetterbeobachtungsnetz zieht sich über ganz Deutschland hin, mit wissenschaftlicher Gründlichkeit wird jede Beobachtung registriert und ausgewertet. Unsichtbar gehen alle Nachrichten durch die Flugsicherungskabel, über Fernschreiber und als Funken durch den Äther ... und treffen sich schließlich an einer Stelle. —

Soviel sei hier zusammengetragen. Weitere und vollständigere Aufschlüsse über das gesamte Gebiet der Wetterkunde und die Vorgänge in der Atmosphäre geben die Spezialwerke, die vorhanden oder im Entstehen begriffen sind. Aufschlußreich ist hierfür der Bericht über die Tagung der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft in Danzig vom 25. bis 27. August 1935.<sup>19</sup> —

Das Verständnis für die Arbeiten des Wettervorhersagedienstes und der Wetter-

<sup>19</sup> S. Naturwissenschaften. 23. Jahrg. Heft 46 vom 15. November 1935, S. 783/785. — Vgl. auch Kauderer, Solleder und Mayer, „Das Wetterbild der Heimat, Witterungs- und Naturbeobachtungen in der Schule“, Eßlingen 1936.

kunde kann nur dann Gemeingut breiterer Volksschichten werden, wenn es gelingt, schon bei der Jugend die Grundlage dafür zu schaffen. Die Pflege des wetterkundlichen Unterrichtes an den Schulen, insbesondere auch in den Volksschulen, ist daher eine wichtige Aufgabe. Als Ziel dieses Unterrichtszweiges schwebt dem Reichsamt für Wetterdienst vor, daß „die Wetterkarte des Wirtschaftswetterdienstes laufend benutzt und im Unterricht besprochen wird“. Es hofft, dieses Ziel zu erreichen durch Einrichtung von Kursen für Lehrer, die der Bedeutung des Wetterdienstes und des wetterkundlichen Unterrichtes insbesondere für die Landwirtschaft und für den Segelflug Rechnung tragen soll.<sup>20</sup>

## 6

Was unsere deutschen Jungen an den Unterweisungen in der Luftfahrt am meisten anzieht, ist das aufsteigende Bewußtwerden des Verlangens, selbst einmal Flieger zu werden. Die Jugend wird also an den Veranstaltungen am liebsten teilnehmen, die ihr in ihren Zielen als erreichbar vorschweben. Das ist der Gleit- und Segelflug, von den wetterkundlichen Betrachtungen die Wetterkunde für Segelflieger. Deshalb sei in großen Umrissen hier einiges zusammengestellt und angefügt.<sup>21</sup>

Der Segelflieger<sup>22</sup> ist hauptsächlich auf die in der Luft vorhandenen Aufwindströmungen angewiesen. Er muß sich daher, um feststellen zu können, wann und wo Aufwinde vorhanden sind, über das Durchschnitmaß hinaus mit der Wetterkunde, vor allem mit Wolkenbildung, mit Wind- und Wetterkarten der Wettervorhersage befassen.

<sup>20</sup> Inzwischen hat das dem Reichsminister für Luftfahrt unterstellte Reichsamt für Wetterdienst eine Sammlung „Lehrmittel für den Unterricht in Wetterkunde“ bearbeitet und die zur Durchführung des wetterkundlichen Unterrichtes erforderlichen Geräte u. dgl. zusammengestellt bzw. entwickelt. In wiederholten Besprechungen zwischen dem Luftfahrtministerium und dem Reichserziehungsministerium ist immer wieder auf die zunehmende Bedeutung der Wetterkunde für die Industrie, Wissenschaft, das öffentliche Leben, die Wehrmacht usw. hingewiesen und die Notwendigkeit eines zunehmenden Ausbaues des wetterkundlichen Unterrichtes in den Schulen betont worden. Bei der Durchführung dieses Unterrichtes kann die Lehrmittelsammlung in ausgiebigem Maße Verwendung finden. Der Gesamtpreis für einen vollständigen Satz beträgt rund RM. 2900.—; es besteht jedoch die Möglichkeit, auch Teile dieser Sammlung zu erwerben.

<sup>21</sup> Die folgenden Ausführungen über die Wetterkunde für Segelflieger sind durch zahlreiche Unterhaltungen mit Gleit- und Segelfliegern entstanden. Es schien mir angezeigt, sie hier zusammenhängend kurz darzustellen. Als Wegweiser sei hingewiesen auf einige Schriften zur weiteren Orientierung:

1. Professor Dr. Walter Georgii: Der Segelflug und seine Kraftquellen im Luftmeer. 3. Aufl. bearbeitet von Dr. Fritz Höhendorf. Deutsches Forschungsinstitut für Segelflug. Verlag Klasing & Co., Berlin W 9.
2. Die Wetterkundefibel. Verlag „Offene Worte“. Zusammengestellt und bearbeitet von Hauptmann H. N. Freyer.
3. Die Eroberung der Luft von Gustav Albert Darwin, Verlag Velhagen & Klasing, Bielefeld. Mit einem Geleitwort von Dr. Eckener. Dort weitere Literatur.
4. Johannes Pöschel, „Im Reich der Lüfte“. 4. Auflage, völlig neu bearbeitet von Walter Georgii, Leipzig 1936, 304 Seiten mit 126 Bildern, Zeichnungen und Diagrammen.

<sup>22</sup> Vgl. S. 124.

Wir Deutschen leben in der Zone der wechselnden Westwinde; Westwinde sind bei uns vorherrschend. Das ist der Grund für die Tatsache, daß in Deutschland die meisten Segelhänge ihr Gefälle nach Westen hin erstrecken. Selbstverständlich gibt es auch Segelfliegerlager mit Hängen nach anderen Windrichtungen. So hat der Hornberg z. B. außer dem hufeisenförmigen Westhang noch einen Nordhang, während Grunau auch einen sehr günstigen Südhang besitzt. Um auf das Eintreffen westlicher Winde (Segelwinde) vorbereitet zu sein, muß der Segelflieger dauernd auf Vorzeichen achten, die in Kürze aufkommende westliche Winde ankündigen.

Wir wissen, daß ein Gebiet niederen Druckes — ein Tief — immer westliche Winde mitführt; und zwar führt die Vorderseite des Tiefs fast immer südwestliche Winde mit sich. Das an der Vorderseite herrschende Wetter mit Südwestwind nennt man in der Wetterkunde das „Vorderseitenwetter“. Im Gegensatz dazu nennt man das Wetter der Rückseite des Tiefs, das entsprechend der Drehung des Tiefs um seinen Kern Nordwestwind im Gefolge hat, das „Rückseitenwetter“. Es handelt sich also immer darum, ein herannahendes Tief rechtzeitig zu erkennen.

Zunächst ist Wettervorhersage möglich durch tägliches Beobachten des Verhaltens verschiedener Instrumente. Als erstes Instrument ist das Barometer zu nennen, das den Luftdruck anzeigt. Aus dem am Barometer feststellbar sinkenden Luftdruck kann man das Herannahen des Tiefs erkennen. Das zweite Instrument ist das Thermometer, das durch sein ungewöhnliches Sinken der Temperatur im Sommer ein herannahendes Tief anzeigt, während es im Winter durch sein Steigen das Tief ankündigt. Dieses verschiedene Verhalten des Thermometers im Sommer und im Winter erklärt sich aus folgenden Ursachen. Erstens ist es durch die Zugstraßen des Tiefs bedingt, die im allgemeinen eine süd-nördliche Richtung beibehalten. Sie erfahren durch die Erddrehung eine Ablenkung nach Osten. Im Sommer führt das Tief verhältnismäßig kühle Meeresluft heran, während im Winter das Meer als Wärmespeicher wirkt. In dieser Jahreszeit hat die durch das Tief mitgeführte Luft eine verhältnismäßig warme Temperatur. Die zweite wichtige Ursache ist die im Sommer und Winter verschieden starke Sonneneinstrahlung auf die Erde. Obwohl die Sonnenentfernung im Winter geringer ist (Perihel), wird die nördliche Halbkugel nicht so stark erwärmt wie im Sommer. Bei einem meist mit wolkenlosem Wetter verbundenen Hoch wird die geringe Erwärmung durch Sonneneinstrahlung am Tage des Nachts restlos wieder ausgestrahlt. Kommt nun ein Tief mit seiner Bewölkung, so wirken die Wolken als nicht wärmeleitende Schicht. Die Bodenwärme kann nicht mehr ausstrahlen. Im Sommer ist es insofern umgekehrt, als bei einem Tief die Sonneneinstrahlung in sehr starkem Maße durch die Wolken zurückgehalten wird. Damit ist das Einstrahlen auf die Erde stark gehemmt.

Das dritte Instrument ist das Hygrometer, das die Luftfeuchtigkeit mißt. Steigt die Luftfeuchtigkeit, so ist ein herannahendes Tief die Ursache.

Einen sicheren Schluß über das baldige Eintreffen eines Tiefs oder nicht kann man nur bei gleichzeitiger Beobachtung aller drei Instrumente ziehen. Zu beachten

ist, daß ein schnelles Reagieren der Instrumente die für unsere Gegenden so wichtigen Leittiefs anzeigt, also in kürzester Zeit das der ersten Anzeige entgegengesetzte Wetter ankündigt. Diese Tatsache ist aus dem geringen räumlichen Umfange solcher abgespaltener Tiefs zu erklären, die an sich auch viel schneller ziehen und gern sturmartig wirkende Änderung des Wettercharakters zeigen. Die Anzeige des Hochs ist natürlich an den entgegengesetzten Ausschlag der Instrumente gebunden. Bei einem Hoch sind die Möglichkeiten des Thermiksegelns (Blasen- und Abendthermik) in besonders reichem Maße vorhanden, während beim Tief „Hangsegeln“, „Frontensegeln“ und „Kondensationstermiksegeln“ (Blindflug in der Wolke) möglich ist. —

Die zweite Möglichkeit, die Wetterlage zu erkennen, bieten die Wolken, die in ihren verschiedenen am Himmel erkennbaren Arten Witterungsumschläge verkünden. Die Cumuluswolke scheidet im allgemeinen wegen ihrer Entstehungsart durch Wärmeaufwinde für die Wettervorhersage aus. Fast alle anderen Arten sind aber für die Wettervorhersage zu beachten. Da die Wetterlagen, d. h. die Tiefs und Hochs, zunächst in größeren Höhen wechseln, ist aus den höchsten Wolken zuerst ein Witterungsumschlag zu erkennen.

Die oberste Wolkenschicht, die sich am Himmel zeigt, ist die Cirruswolke in Höhen von etwa 8000 m und mehr (bis zum Beginn der Stratosphäre, über 10000 m). Cirren aus Südwest zeigen ein herannahendes Tief an. Werden aus den Cirruswolken die niedrigeren Cirrostratuswolken und wachsen diese aus Südwesten herauf, so steht der Witterungsumschlag schon in näherer Aussicht. Ebenso kündigen die anderen Wolkenformen, wenn sie aus Südwesten kommen, herannahenden Tiefdruckwirbel an. Das bekannteste Beispiel für die Wettervorhersage ist das



*Cumulus castellatus*

Abb. 7.

Erscheinen von Cirro-Cumuluswolken aus Südwest (Schäffchenwolken; alte Bauernregel).

Im Anschluß an das Absinken der Wolken erreicht uns das Tief an der Erdoberfläche. Der Himmel ist mit dicken grauen Regenwolken (Nimbus) verhangen, während ein steifer Südwestwind weht (Vorderseitenwetter).

Für die Vorhersage des Witterungscharakters ist noch der Cumulus-Castellatus wichtig (Abb. 7), der bei heißen, sonnigem Wetter als Wolke mit Spigen, dicken Türmchen am Horizont steht und als Gewitterwarner (für Wärmegewitter im Gegensatz zum Frontgewitter) anzusehen ist.

Eine besondere Art von Cumuluswolken sind die, deren Form auf der Oberseite von der gewöhnlichen geballten Cumuluswolke beträchtlich abweicht. Sie hat eine obere Einschnürung, die so aussieht, als ob auf einen Cumulus ein Wolkenpilz oder ein Amboß aufgesetzt ist (Abb. 8). Diese Einschnürung ist so zu erklären, daß in einer bestimmten Höhe eine Überlagerung wärmerer Luft (Inversion) vorhanden ist, an deren unterer Grenze die meisten Wärmeaufwinde und damit auch die meisten Cumuli zum Stillstand kommen, während nur wenige Wolken so viel Auftrieb

(d. h. viel Wärme, Aufwindkamin, Thermikblase, Thermikschlauch) besitzen, um in die Inversion einzudringen und in ihr weiter zu steigen. Wenn die Inversion sehr stark ist, kann es vorkommen, daß alle Aufwinde unter ihr zum Stillstand gelangen und alle am Himmel sichtbaren Cumuli oben wie abgeschnitten erscheinen (Abb. 9). Der Segelflieger ersieht aus diesen Formen der Cumuli einwandfrei das Vorhandensein einer Inversion und weiß, daß er im Aufwind günstigenfalls bis zur unteren Inversionsgrenze klettern kann.

Die dritte Möglichkeit, das Wetter zu bestimmen, ist die Wetterkarte. Schon aus 2 oder 3 aufeinanderfolgenden Wetterkarten kann ein deutliches Bild vom kommenden Wetter gewonnen werden. Segelflieger pflegen Wetterkarten räumlich zu sehen: Isobaren sind Höhenlinien.

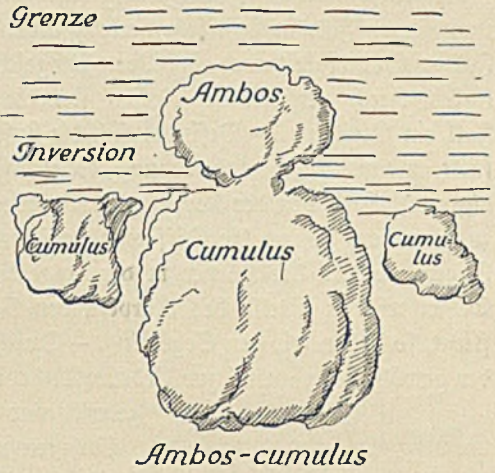


Abb. 8.

7

Noch anziehender für unsere deutsche Jugend als die vor Beginn eines Gleitfluges zu beachtenden Wetterfeststellungen sind eigene Flugversuche. Deshalb sei hier eine kurze Zusammenstellung der für einen erfolgreichen Segelflug wichtigen Voraussetzungen angefügt, die durchweg aus praktischen Erfahrungen stammen:<sup>23</sup>

Wenn man einen Raubvogel an einem sonnigen Nachmittag in Bodennähe fliegen sieht und beobachtet, wie er ohne jeden Flügelschlag, immer kreisend höher und höher steigt, um schließlich als winziges Pünktchen im Blau zu verschwinden, so fragt man sich: Wie kann ein Körper, der schwerer als Luft ist, ohne Kraft zu verbrauchen, in der Luft schweben, ja sogar steigen? Um sich überhaupt mit der Theorie und Praxis des Segelfliegens beschäftigen zu können, muß man sich über die Beantwortung dieser Frage klar sein.

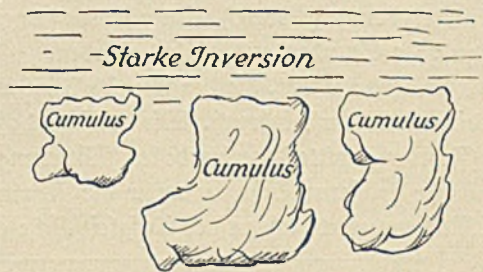


Abb. 9.

<sup>23</sup> Auch die Ausführungen über Segelflug und seine Weiterentwicklung sind das Ergebnis zahlreicher Besprechungen mit einem Gleit- und Segelflieger. Sie sind im Zusammenhang dargestellt, auch auf die Gefahr hin, bereits früher im Buch Ange deutetes wiederholen zu müssen.

Bei entsprechender Formgebung eines Körpers, der schwerer als Luft ist, kann man seinen Fall in Luft sehr verlangsamten. Erhält der Körper außer dieser reinen Fallgeschwindigkeit noch eine Vorwärtsgeschwindigkeit, deren Richtung und Schnelligkeit durch verstellbare Flossen steuerbar ist, so wird aus dem verlangsamten Fall ein Gleitflug. — Befindet sich die Luft, durch die solch ein geeigneter Körper fällt, in einer Aufwärtsbewegung, die ebenso groß oder größer als die Fallgeschwindigkeit ist, so scheint der Körper für einen Beobachter, dessen Lage sich nicht verändert, zu schweben, ja um die Differenz zwischen Fall und Aufwärtsgeschwindigkeit zu steigen, obwohl der Körper in der umgebenden Luft unvermindert weiter fällt. — Sehen wir an Stelle des Körpers den Raubvogel, der in einem Aufwindgebiet fliegt, so haben wir den Segelflug. — Durch viele Ursachen bedingt, wird der Wind, der gewöhnlich parallel zur Erdoberfläche weht, aus seiner parallelen Richtung abgelenkt und zum Auf- oder Absteigen gezwungen.

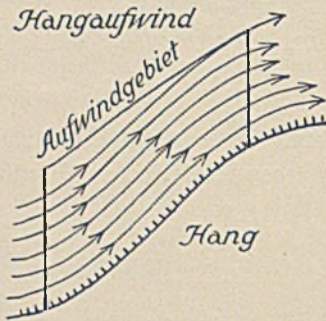


Abb. 10.

Nehmen wir zunächst an, daß Wind von gleichbleibender Richtung und Stärke plötzlich auf einen Hang stößt, so wird er zum Aufsteigen gezwungen, wobei die Steiggeschwindigkeit sich nach der Steilheit des Hanges und der Geschwindigkeit des Windes richtet. Wird die Aufwindgeschwindigkeit größer als die Sinkgeschwindigkeit eines in diesem Aufwindgebiet gleitenden Körpers, so steigt dieser so lange (um die Differenz der beiden Geschwindigkeiten), wie er sich im Aufwindgebiet des Hanges befindet. Das war die erste Art, die der Mensch aus-

nutzen konnte (Abb. 10). Unter Ausnutzung des Hangaufwindes sind Segelflüge bis zu 36,5 Stunden ausgeführt worden.

Die zweite Art, die der Mensch beim Segeln kennenlernte, war das Segeln vor einem Kaltlufteinbruch. Wir wissen, daß bei einem solchen meist mit Gewitter (Frontengewitter) verbundenen Witterungsumschlag sich ein Kaltluftteil vermöge seiner größeren Schwere unter die Warmluft schiebt und sie nach oben abdrängt. Meistens wird sich an der Aufgleitfläche ein walzenartiges Gewitter bilden. Daher

Wir Lehrer werden ja zum großen Teil nicht mehr selbst zu umfangreicher Betätigung in der Praxis des Segelns oder des Sportfluges kommen, deshalb aber gerade dürfte eine Belehrung aus der Praxis nicht unwillkommen sein.

S. die in Anm. 21 gegebene Literatur; dazu

1. Vom Gleitflug zum Segelflug von Gustav Lilienthal. Volkmann Nachf. 1923.
2. Handbuch für den Jung-Segelflieger von F. Stamm und A. Lippisch. Volkmann Nachf. in der Serie: Flugzeugbau und Luftfahrt.
3. Flugzeuginstrument von Dipl.-Ing. Kurt Metzger, Heft 20. Volkmann Nachf.
4. Wolf Hirth. Die hohe Schule des Segelfliegens. Anleitung zum thermischen Wolken-gewitterflug. Klasing & Co. 1933.



nennt man diese Art des Segelns Fliegen vor der Gewitterfront (Abb. 11). Interessant ist zu beobachten, daß bei einem solchen Kaltluftseinbruch an der Grenze zwischen Kalt- und Warmluft der Wind plötzlich in die entgegengesetzte Richtung umschlägt. (Beachte die Rauchfahnen der Schornsteine auf dem Bild.) Mit dieser Art des Aufwindes kann man im Gegensatz zum Hangaufwind, der sich naturgemäß an derselben Stelle hält, über Land fliegen, indem man sich vor der Front im Aufwind hält und so mit ihr fliegt, bis es Abend ist oder die Front sich auflöst.

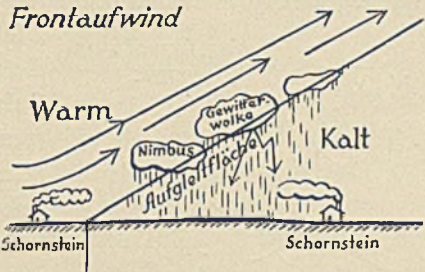


Abb. 11.

Die dritte ausgenutzte Art ist die des Segelns in der langen Welle. Diese Aufwindart entsteht, wenn Wind am Hang aufsteigt, auf der Abwindseite wieder absteigt, um dann plötzlich im scharfen Winkel wieder auf eine andere Fläche zu stoßen. (Im Tal angesammelte Kaltluft, die infolge ihrer Kälte schwer und träge ist.) Von dieser Kaltluftmasse wird der Wind dann reflektiert, und es entsteht ein neuer Aufwind, der sich zum Segeln eignet.

Lange Welle über dem Tal von Hirschberg (stark überhöht)

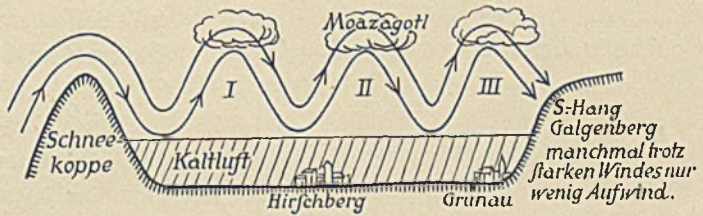


Abb. 12.

Die dritte Welle wurde 1936 von Steinig mittels Motorsegler erwiesen. (Abb. 12). Sehr oft hat man an dem obersten Punkte einer solchen langen Welle eine Cumuluswolke (Moazagotl), die sich in der aufsteigenden Seite derselben dauernd neu bildet und auf dem absteigenden Ast dauernd aufgelöst wird.

Als vierte Art haben wir den Wärmeaufwind, den der Segelflieger Thermik nennt. Wärmeaufwinde entstehen an sonnigen Tagen, an denen die Erde nicht alle Sonnenwärme absorbiert, sondern einen Teil in die umgebende Luft reflektiert. Diese erwärmt sich und steigt auf, weil sie dann leichter als die umgebende Luft ist. Da man sich diese Aufwindart als räumlich eng begrenzte Blase vorstellt, muß man, um dauernd im Aufwindgebiet zu bleiben, sehr eng kreisen.

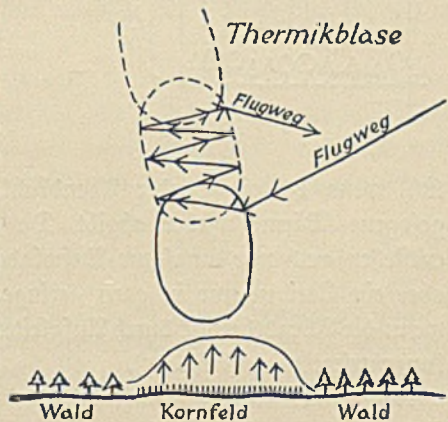


Abb. 13.

An dem obersten Punkt, den eine solche Blase erreicht, bildet sich sehr oft eine Cumuluswolke, weil sich dann die warme Luft abkühlt und es bei genügendem Feuchtigkeitsgehalt zur Kondensation kommt (Abb. 13). Vornehmlich lösen sich solche Blasen über Kornfeldern, Sandflächen, großen Betonblöcken und Städten ab. So wird für die Zukunft die Reichsautobahnstraße als Thermikspender eine große Bedeutung erlangen. Allgemein kann man sagen, daß sich Thermikblasen in besonders reichem Ausmaße dort absondern, wo sich starke Gegensätze in der Natur finden, so z. B. über Kornfeldern, die rings von Wald umgeben sind, oder in bebauten Tälern mit bewaldeten Rändern.

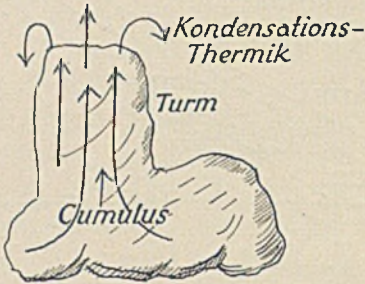


Abb. 14.

Die fünfte Art des Segelns, die sich auf die vierte aufbaut, ist das sogenannte „Kondensationsthermiksegeln“. Es ist überall da möglich, wo Wolken in Bildung begriffen sind. Die Ursache dieses Aufwindes erklärt sich dadurch, daß durch die Kondensation Wärme frei wird, die sich der umgebenden Luft mitteilt und sie so zum Aufsteigen bringt, wobei sie einen Gutteil Wasserdampf mitreißt und einen Wolkenturm bildet (Abb. 14). Dieser Vorgang der Kondensationsthermik spielt sich auch bei bedecktem Himmel ab. Man kann in ihr segeln, sobald man die dazu nötige Höhe erreicht hat, entweder durch Flugzeugschlepp oder indem man den Hang als Sprungbrett benutzt.

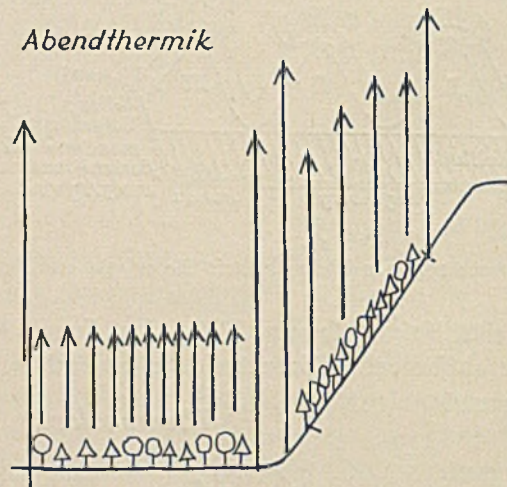


Abb. 15.

Wird Thermik durch den Wind gegenüber Grund versetzt, so nennt man sie Windthermik. Mit der Windthermik sind alle Streckenrekorde der letzten Zeit geflogen worden. Die sechste Art des Segelns, das Segeln in der Abendthermik, ist möglich, wenn bei einsetzender Abendkühle der Wald seine tagsüber langsam aufgefogene Wärme wieder abgibt. Da dieser Vorgang sich nur langsam vollzieht, entstehen auch nur langsame Aufwinde, die genügen, um keine Höhe zu verlieren, aber ein Steigen nur in ganz geringem Umfange ermöglichen; und zwar dann, wenn die Abendthermik durch Aufgleiten an bewaldeten Berghängen gewissermaßen konzentriert wird (Abb. 15).

Nachdem die einzelnen Aufwindarten und das Segeln in ihnen besprochen worden sind, wollen wir klarstellen, wann, wo und wie Segelfliegen möglich ist.

Zunächst kann man an geeigneten Hängen an jedem einigermaßen windigen Tage segeln, wobei man Erfahrungen im Fliegen für das schwierigere Thermiksegeln sammeln kann. Wenn man dann glaubt, genügend Übung zu haben, kann man den Hangaufwind als Sprungbrett benutzen, um mit einer geeigneten Thermikblase Höhe zu gewinnen, woran sich dann ein Überlandflug anschließen kann. Je höher man ist, desto mehr Strecke kann man schaffen und desto größer sind die Möglichkeiten, beim Gleitflug eine neue Thermikblase zu finden, die das Segelflugzeug wieder ein ganzes Stück mitnimmt und wieder Höhe gewinnen läßt. Dieses Spiel des Steigens in der Thermikblase kann man bei genügender Segelerfahrung bis zum Nachlassen der Thermik fortsetzen, aber auch dann kann man noch kurze Zeit in der Luft bleiben, wenn man gerade über einem Gelände ist, das in reichem Maße Abendthermik spendet. Ist aber kein sonniges Wetter und ziehen schwere graue Wolken, die oft regendick sind, mit einem scharfen West übers Land, dann kann man damit rechnen, daß die Wolken soviel Kondensationsaufwind in sich bergen, als nötig ist, um einwandfrei in ihnen segeln zu können. Auch hier wieder können wir den Hang als Sprungbrett benutzen, oder man läßt sich beim Fehlen eines Hanges mit einer Motormaschine bis an die Wolkenbasis schleppen. Vielleicht paßt man auch den günstigen Moment ab, in dem ein Kaltlufteinbruch gewitterrollend über Land zieht und hält sich in der Aufgleitfläche im gleichmäßigen, ruhigen, starken Aufwind.

Segelfliegen bei Segelerfahrung und gutem fliegerischen Können ist mit der geeigneten leistungsfähigen Maschine an den meisten Tagen des Jahres möglich.

Wenn man Statistiken über das Anwachsen der Segelflugbewegung liest, so stellt man selbst bei flüchtiger Durchsicht fest, in welcher starkem Maße die Segelfliegerei in den letzten Jahren angewachsen ist. Die Zahl der bis Ende 1935 verliehenen A-Abzeichen beläuft sich auf etwa 22000, während bis zum Jahre 1933 nur etwa 8000 A-Prüfungen stattgefunden haben. Schon aus diesen beiden Daten geht eindeutig hervor, wie sehr die Segelflugbewegung in diesen drei Jahren gewachsen ist, vor allem durch die intensive Förderung, die sie im Dritten Reich gefunden hat.<sup>24</sup> Richtungsgebend für die Weiterarbeit im Jahre 1937 ist der Aufruf des DLV. zur Jahreswende:<sup>25</sup>

Vier Jahre Luftsport im Dritten Reich Adolf Hitlers sind wie im Fluge vergangen. Wer arbeitet, nicht rastet und rostet, dem verfliegt die Zeit unfassbar schnell. Was der deutsche Luftsport — zersplittert und von außen her geknebelt — war, soll und wird uns immer gegenwärtig sein, und was er geworden ist, gibt uns die beste Vergleichsmöglichkeit zwischen einst und jetzt.

Eine straffe, einheitliche Organisation mit großer Mitgliederzahl, zahlreiche Schu-

<sup>24</sup> Für die Weiterentwicklung ist charakteristisch, daß z. B. allein in der Luftsport-Landesgruppe 4 im Jahre 1936 2359 A-Prüfungen einschl. 527 HZ., 738 B-Prüfungen einschl. 109 HZ., 331 C-Prüfungen einschl. 42 HZ., 119 amtliche C-Prüfungen und 3 Leistungsprüfungen abgelegt worden sind.

<sup>25</sup> Vgl. „Deutsche Luftwacht“, Ausgabe „Luftwelt“, Jahrgang 1937, Heft 1.

len für Modellbau, Segelflug und Segelflugzeugbau, Motorflugsport und fliegerhandwerkliche Ausbildung, ein bis in die kleinsten Gliederungen gesunder Wirtschaftskörper, das ist im großen gesehen der Deutsche Luftsport-Verband unter seinen bewährten Reichsluftsportführern Oberst Loerzer und Oberst Mahncke geworden. Als der Führer wieder dem Volk die Wehrfreiheit gab, konnte die junge deutsche Luftwaffe aus dem Sammelbecken Luftsport Kräfte — und nicht die schlechtesten — schöpfen, die sie zum Auf- und Ausbau benötigte. Der deutsche Luftsport mit seinen Freunden und Förderern wird stets eingedenk sein, daß er keinem Eigenzweck dient, sondern Miterhalter und Mitgestalter an Schutz und Wehr des Vaterlandes ist. Dafür hat ihm der zielbewußte Luftfahrtminister des Reiches Aufgaben eigener Art gestellt.

1936 war für Deutschland das Jahr der XI. Olympiade. Auch der deutsche Luftsport kann mit Stolz auf die vollbrachten Leistungen des Jahres zurückblicken. Dabei gebührt den zahlreichen Helfern am Werk wiederum besonderer Dank und Anerkennung, den ungezählten Namenlosen und im Ehrenamt Tätigen.

Internationaler Sternflug zur Winter-Olympiade Garmisch-Partenkirchen, 2. Deutscher Fliegerhandwerker-Wettbewerb und Luftsport-Ausstellung Berlin, 7. Reichswettbewerb für Segelflugmodelle auf der Rhön, Vorkriegsfliegertreffen München, 8. Deutsche Kunstflugmeisterschaft München, Internationaler und Nationaler Sternflug zur Olympiade nach Rangsdorf, Internationale Kunstflugmeisterschaft Rangsdorf, Olympiade-Großflugtag Berlin-Tempelhof, Internationale Segelflugvorführungen Berlin-Staaken, 17. Rhön-Segelflugwettbewerb, Reichswettbewerb für Motorflugmodelle Vorkenberge, das waren in kurzen Stichworten die großen luftsportlichen Begebenheiten im Olympiadjahr. Um sie herum gruppieren sich die zahllosen örtlichen und regionalen luftsportlichen Veranstaltungen und Wettbewerbe, die ein Bild der zähen und rastlosen Arbeit widerspiegeln, die im stillen und in den Werkstätten, auf den Hängen und Flugplätzen geleistet wurde. So war 1936 wiederum ein Jahr großer luftsportlicher Fortschritte und Leistungen.

Für 1937 sind die Vorarbeiten bereits in vollem Gange. Am 6. und 7. Februar wird der Luftsport gemeinsam mit Luftschutz, NSKB, NS-Studentenbund und Kyffhäuser für das WHW. sammeln und einer Ehrenpflicht am deutschen Volk nachkommen.

Zugspitzflug München, 3. Deutscher Fliegerhandwerker-Wettbewerb Breslau, Reichswettbewerb für Segelflugmodelle Wasserkuppe, Deutschlandflug und Luftfahrt-Werbewoche, Deutscher Küstenflug, Deutsche Kunstflugmeisterschaft, Internationaler und 18. Nationaler Rhön-Segelflugwettbewerb, Reichswettbewerb für Motorflugmodelle, Reichswettbewerb für Motorgleiter, regionale Freiballonwettfahrten und Gordon-Bennett-Rennen für Freiballone Brüssel, so ungefähr sieht die vielgestaltige Arbeitsplanung des Reichsluftsportführers für das Jahr 1937 aus.

Zu seinem Teil wird der deutsche Luftsport wiederum für den Führer, für Deutschland, für die Jugend Leistungen größter Vielgestaltigkeit vollbringen getreu seinem Wahlpruch: Durch Luftsport zur fliegenden Nation! (Walter Angermund).

Da der Segelflieger seine Maschine meist selbst baut, umfaßt die Betätigung seiner Anhänger neben der Fliegerei noch die Tischlerei, Schlosserei, Sattlerei und Seilerei. Da mit besonderer Genauigkeit gebaut werden muß, ergibt sich von selbst der gute Einfluß auf die Erziehung und Bildung Jugendlicher.

Schon bei den kleinsten Anfängerübungen im Segeln sind mindestens 10 Kameraden nötig, um einen zum Fliegen zu bringen. Sie müssen dann die Maschine für den Nächsten wieder zum Start zurückschleppen und so fort. Dadurch wird die Kameradschaft, die sich bereits beim Bau gebildet hat, vertieft und geläutert. Geht die „Kiste“ zu Bruch, muß wieder wochenlang gebaut werden, um sie flugklar zu bekommen. Dadurch werden die Jungen zäh und hart gegen Schicksalsschläge. — In neuerer Zeit benutzt man das Segelflugzeug mehr und mehr als wissenschaftliches Forschungshilfsmittel, weil alle Erschütterungen der Instrumente beim motorlosen Flug fortfallen und das Segelflugzeug im Gegensatz zum Pilotballon fast unempfindlich gegen Nässe, Kälte und Hitze ist. Außerdem ist es lenkbar und kann zum Abflugort, in diesem Falle zur Wetterbeobachtungsstelle, zurückkehren. Durch den Segelflug sind uns viele Verhältnisse im Luftraum bekannt geworden. Viele Hypothesen haben sich zu greifbaren Tatsachen entwickelt. So wurde aus den unangenehmen Sonnenböen der Motorflieger die angenehme, aufwindspendende Thermikblase, die heute selbst von Motorflugzeugen zum schnelleren Steigen benutzt wird.

Heute strebt man danach, ein Flugzeug herzustellen, das eine glückliche Verbindung von Motor- und Segelflugzeug darstellen soll mit den äußeren Merkmalen und Kennzeichen eines Segelflugzeuges, etwa in der Art, daß man ein Segelflugzeug baut, das mit einem sehr kleinen Motor ausgerüstet wird, der im abgestellten Zustande den geringstmöglichen Widerstand bietet, sei es dadurch, daß der Motor in den Rumpf des Segelflugzeuges eingebaut und der Propeller beim Segelflug einziehbar ist, sei es, daß der Motor außerhalb des Rumpfes liegt und dann so verkleidet ist, daß er den geringst möglichen Widerstand bietet. Die letztere Art eines solchen „Motorseglers“ ist bereits in der Praxis erprobt (Motorfondor). Ein Bericht darüber befindet sich im Maiheft der Deutschen Luftwacht, Ausgabe Luftwelt 1935. Diese Art ist aber wohl nur als Zwischenlösung zu betrachten, obwohl mit ihr recht gute Ergebnisse erzielt wurden. Ein solches Flugzeug würde eine wesentliche Vereinfachung der Umschulung zum Motorpiloten bedeuten, und zwar so, daß man einen Segelflieger in die Maschine bei langsam laufendem Motor hineinsteckt und sie als Segelflugzeug starten und dann einen normalen Segelflug ausführen läßt, wobei sich der Flieger an das Geräusch des Motors gewöhnen wird. Die Bedienung des Gashebels ergibt sich bei weiterer Gewöhnung an die Maschine von selbst. Somit kann dann der Flieger Steigen und Fallen der Maschine selbständig durchführen, d. h. er kann motorfliegen.

Man könnte auch bei Durchführung der Segelflugwettbewerbe mit Motorseglern sehr viel verlorene Zeit sparen, wenn man zum Wettbewerbfliegen den Motor plumbieren würde und ihn so bis zur Landung unbrauchbar machte. Dann könnte die

Bombe unter polizeilicher Aufsicht entfernt und der Rückflug mittels Motors durchgeführt werden. Die dadurch gewonnene Zeitersparnis würde bereits die Kosten des Motors aufwiegen.

Der wichtigste Grund zur Schaffung des Motorseglers ist die dadurch entstehende Verbilligung und Verbesserung des Segelfluges. Kostspielige Starts mit der Binde und dem Motorschleppflugzeug würden dann wegfallen. Auch würde man völlig aufwindlose Gebiete mit Hilfe des Motors ohne Höhenverluste überfliegen können. Allerdings träte dann ein neues Erfordernis an den Motor heran: Das Anlassen des Motors im Fluge. Diese Schwierigkeit dürfte aber ebenso wie das Ein- und Ausklappen des Propellers überwindbar sein. Wäre der Motorsegler auch noch imstande, auf kleinen Plätzen ohne Hilfe zu starten, so wären alle nur denkbaren Voraussetzungen gegeben, ihn als Reise- und Erholungsmittel zu verwenden. Damit würde der Erfüllung des Wortes unseres Reichsluftfahrtministers „Das deutsche Volk muß ein Volk von Fliegern werden“ ein ganzes Stück näher gekommen sein.

Man könnte mit einer solchen Maschine den ganzen Tag ohne Unterbrechung fliegen und dabei weite Strecken zurücklegen, weil man ja ohne Höhenverlust alle aufwindlosen Gebiete überwinden kann. Man weiß schon heute, daß es regelrechte Aufwindstraßen gibt, die ihr Entstehen der Bodenform und Bebauung verdanken. Die Reichsautobahnen dürften in ihrer ganzen Ausdehnung als gute Thermik-erzeuger Aufwindstraßen bilden. Ich glaube, es ist nicht leichtfertig, wenn man schon heute das Wort „Motorsegler“ prägt vor Schaffung eines solchen für unsere Zwecke vollkommenen Flugzeuges. Alle Vorbedingungen sind gegeben. In jedem kleinen Dorfe haben wir heute bereits Segelfluggruppen und entsprechende Segelflughäfen, auf denen ein Motorsegler bequem landen und starten könnte. Eine Reise mit einer solchen Maschine würde infolge der geringen Kosten an Brennstoff und Materialverschleiß ebenso billig, wenn nicht billiger als bisher sein.<sup>26</sup>

## 8

Die Wege, um „den Luftfahrtgedanken in geeigneter Form der Jugend nahezu-bringen“, sind in den vorstehenden Abschnitten des Buches für die einzelnen Fächer jeder Schule aufgezeigt. Die Zusammenfassung aber aller in Volk und Staat vorhandenen Kräfte, die Mitarbeit der einzelnen politisch aufgezogenen Organisationen, die der Vermittlung desselben Zieles bislang im allgemeinen außerhalb der Schulen dienen, ist über die bisher erreichten Erfolge örtlicher Zusammenarbeit hinaus erst noch zu schaffen. Hier stehen wir im Anfang einer Entwicklung. „Gemeinschaftsarbeit“ ist zunächst noch ein Ziel, keine Wirklichkeit. Die Voraussetzungen für ihre Ermöglichung sind aber geschaffen, „Einzelarbeit“ innerhalb jeder der vorhandenen Organisationen ist seit langem geleistet. Sie hat sich jetzt bereits zu einem beachtenswerten „Vorschlag für die Zusammenarbeit zwischen Schule, DLB. und HZ. im

<sup>26</sup> Peter Supf, „Flieger sehen die Welt“. Berlin 1935. Zahlreiche ausgezeichnete Luftaufnahmen.

Dienste der Luftfahrt“ verdichtet.<sup>27</sup> H. Günther, Dortmund, hat seine Erfahrungen in dem ersten Hefte der Zeitschrift „Luftfahrt und Schule“ veröffentlicht.<sup>28</sup>

<sup>27</sup> Eine Neuordnung steht bevor. Aus diesem Grunde ist das Folgende unverändert aus der 1. Auflage übernommen. Am 20. April 1937 ist der bisherige DLW. in das Nationalsozialistische Fliegerkorps (NSFK.) übergeführt worden.

Der Führer und Reichskanzler hat folgenden Erlaß herausgegeben:

Um den fliegerischen Gedanken im deutschen Volke wachzuhalten und zu vertiefen, eine vor der militärischen Dienstzeit liegende fliegerische Ausbildung durchzuführen und die vielseitigen luftsportlichen Betätigungen in Deutschland einheitlich zusammenzufassen, bestimme ich folgendes:

1. Der Deutsche Luftsportverband e. V. (DLW.) und seine sämtlichen Gliederungen (Landesgruppen, Ortsgruppen usw.) werden aufgelöst. An ihre Stelle tritt das Nationalsozialistische Fliegerkorps (NSFK.).
2. Das Nationalsozialistische Fliegerkorps ist eine Körperschaft des öffentlichen Rechts. An seiner Spitze steht der Korpsführer des NSFK. Er ist dem Reichsminister der Luftfahrt unterstellt.
3. Die Mitgliedschaft zum NSFK. ist freiwillig. Die Angehörigen des NSFK. können nicht gleichzeitig der DLW., der ES. oder dem NSKK. angehören.
4. Die Angehörigen des NSFK. tragen die bisherige DLW.-Sturmbeleidung und die Hakenkreuzbinde am linken Oberarm.
5. Behörden, öffentliche Betriebe und Körperschaften des öffentlichen Rechts sind verpflichtet, den Angehörigen des NSFK. die gleichen Vergünstigungen und Berechtigungen zu gewähren, die den Angehörigen der Gliederungen der NSDAP. gewährt werden. Die bisherige Mitgliedschaft im DLW. wird den Angehörigen des NSFK. angerechnet.
6. Die Ausübung von Luftsport jeglicher Art hat nach den Richtlinien des Korpsführers des NSFK. zu erfolgen.
7. Der Reichsminister der Luftfahrt erläßt die zur Durchführung dieses Erlasses erforderlichen Bestimmungen.

gez.: Adolf Hitler.

Zum Korpsführer des Nationalsozialistischen Fliegerkorps ist der bekannte Pour-le-Mérite-Flieger Generalmajor Christiansen ernannt worden. Der bisherige Reichsluftsportführer, Oberst Mahnke, ist seit einigen Wochen Commodore des „Kampfgeschwaders Hindenburg“.

Der Reichsminister der Luftfahrt Hermann Göring erläßt in Ausführung der Bestimmung des Führers und Reichkanzlers über die Gründung des NSFK. die Durchführungsbefestigungen. Danach können in das NSFK., das auf Freiwilligkeit gegründet ist, aufgenommen werden Angehörige des Wehrdienstes der Luftwaffe, die als fliegendes Personal gedient haben, Reichsdeutsche, die eine Ausbildung als Flugzeugführer, Beobachter, Ballonführer oder Segelflieger erhalten haben, weiter die aus den Luftsportcharen der HJ. hervorgegangenen Jungmänner nach Vollendung des 18. Lebensjahres sowie Angehörige der Flieger- und Segelfliegerstürme des bisherigen DLW., soweit sie vor dem 1. April 1937 diesen Stürmen angehört haben. Die luftsportliche Betätigung wird sich im Sturmdienst nach den Weisungen des Reichsministers der Luftfahrt vollziehen. Rechtsmäßig ist das NSFK. Rechtsnachfolger des DLW. sowie seiner Landes- und Ortsgruppen und der bisherigen Gliederungen. An die Stelle des Reichsluftsportführers tritt als Vertreter des NSFK. der Korpsführer des NSFK. Die Ausbildung der Luftsportcharen in der HJ. wird weiterhin im gegenseitigen Einvernehmen nach den Richtlinien für die Zusammenarbeit zwischen dem Reichsjugendführer und dem Reichsluftsportführer vom 14. September 1935 erfolgen.

<sup>28</sup> Luftfahrt und Schule, Heft 1, S. 2—4. An diese Arbeit schließen sich die folgenden Ausführungen an.

Er gibt zunächst bildlich (Abb. 16) den organisatorischen Aufbau aller der Stellen an, die für die Jugendarbeit in Betracht kommt: „Aus der Abbildung sind die

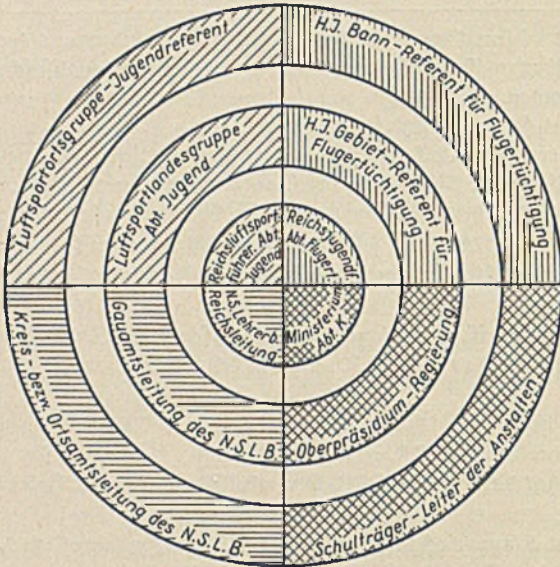


Abb. 16.

Nach Heft 1 der Zeitschrift „Luftschuß und Schule“.

gleichgeordneten Stellen, die für eine Gemeinschaftsarbeit in Betracht kommen, zu erkennen. Jeder dieser aufgeführten Stellen kommt im Hinblick auf das zu erreichende Ziel eine große Bedeutung zu. Da aber die Vermittlung von Kenntnissen und die Charakterschulung der Teilnehmer im Hinblick auf eine Vorbildung für die deutsche Luftfahrt getätigt werden muß, liegt auf den Beauftragten des Deutschen Luftsport-Verbandes eine besonders große Verantwortung. Diese sind nur dann in der Lage, ihren Aufgaben gerecht zu werden, wenn sie seitens der Schule bzw. der Lehrer-

schaft und seitens der Hitler-Jugend eine tatkräftige Unterstützung erfahren.“

Die Gemeinschaftsarbeit<sup>29</sup> kann überall über die eigentliche Schularbeit hinaus erfolgen in steter Fühlungnahme mit den Lehrern der Schule.

1. Schon im Rahmen der unterrichtlichen Auswertung des Luftfahrtgedankens ist die Zusammenarbeit der Lehrer mit dem DLV. ersprießlich, der sich hier schon mit seinen praktischen Erfahrungen und seinen Einrichtungen weitgehend zur Verfügung stellt. Günther hat folgenden Weg in Westfalen und Lippe mit Erfolg beschritten:

„Der Luftsport-Ortsgruppenführer bzw. der Jugendreferent der Luftsport-Ortsgruppe setzt sich mit dem NS.-Lehrerbund bzw. mit den Schulaufsichtspersonen in Verbindung und legt mit diesen in einer gemeinsamen Besprechung ein Programm fest, nach welchem von namhaften Vertretern der Luftfahrt grundlegende Vorträge über die Luftfahrt überhaupt, insbesondere aber über den Segelflug, den Flugzeugbau, den Modellflug usw. gehalten werden. Besichtigungen der Werkstätten und Flugplätze, Einladungen zu besonderen Veranstaltungen bilden die praktische Ergänzung. Durch den Jugendreferenten der Luftsport-Ortsgruppe, der möglichst

<sup>29</sup> Den Rahmen für die Gesamtarbeit geben für die Schulen die Erlasse des Reichsm. f. W., S. u. W. U III 10 vom 17. 11. 1934, U I 50755 vom 11. 5. 1934 und K I 5790 vom 7. Juni 1935; das Rundschreiben Nr. 68 des Präsidiums des DLV. nebst den Ergänzungen vom 18. 8. 1933 und 24. Januar 1934 für die Fliegerortsgruppen; das Rundschreiben Nr. 116 vom 12. 4. 1935 der Reichsjugendführung für die Hitler-Jugend und die Richtlinien für die Zusammenarbeit zwischen NSJ. und NSJ. zum Zwecke der Sicherstellung des fliegerischen Nachwuchses vom 14. 9. 1935 (abgedruckt in Deutsche Luftwacht, Ausgabe Luftwelt B 2. Nr. 11 vom November 1935 S. 469—470).



ein Lehrer sein soll, muß eine enge Verbindung zwischen Schule und Luftsport-Ortsgruppe geschaffen werden; hier ist die Quelle, aus der die Lehrerschaft für ihre großen Aufgaben neue Anregungen, aber auch Begeisterung schöpfen soll. Daß über all diese Fragen zwischen der Jugend-Abteilung der Luftsport-Landesgruppe und den im Erlaß vom 17. 11. 1934 genannten Dezernenten bei den Oberpräsidenten und Regierungen reger Gedankenaustausch gepflegt werden muß, ist eigentlich selbstverständlich.“

2. Für die Einführung des Modellbau-Unterrichts<sup>30</sup> ist die Ausbildung von geeigneten Lehrern erste Voraussetzung. Hier müssen die Luftsport-Landesgruppen helfend eingreifen, es ist ihre Aufgabe, die Möglichkeiten einer Einführungsausbildung zu schaffen, geeignete Modellbaulehrer für die Ausbildung zur Verfügung zu stellen und die Finanzierung zu regeln. In Westfalen und Lippe hat sich folgender Weg bewährt:

„Um die organisatorischen Grundlagen zu schaffen und um die Finanzierung der Ausbildung zu garantieren, fanden grundlegende Besprechungen mit den zuständigen Regierungsstellen und den Gauamtleitern des NSLB. statt, die sich insbesondere für den Bereich des Gaues Westfalen-Nord sehr erfolgreich gestalteten. Anschließend wurden in etwa 75 Orten durch die Luftsport-Landesgruppe örtliche Besprechungen anberaunt, zu denen die Vertreter der Schulen, des NSLB., der Schulträger, der NSJ. und der Luftsport-Ortsgruppe geladen wurden. Hier wurde u. a. auch die praktische Durchführung der Ausbildung der Lehrer eingehend besprochen und auf die örtlichen Verhältnisse abgestimmt. Die Vertreter der Schulen und der Beauftragte des NSLB. übernahmen die Auswahl der auszubildenden Lehrer, der Deutsche Luftsport-Verband stellte die Lehrkraft, gegebenenfalls auch die Werkstatte zur Verfügung, wenn keine geeignete Schulwerkstatt vorhanden war. Die Finanzierung wurde zum Teil durch den Schulträger, insbesondere aber durch Zuschüsse des Ministeriums, des NSLB. und der Luftsport-Landesgruppe geregelt. Der Ausbildung wurde der vorgeschriebene DLB.-Plan zugrunde gelegt, 50 bis 60 Ausbildungsstunden genügten meist, um die Lehrer in den Modellbau einzuführen.“

Geeignete Jugendliche, die für eine weitere Ausbildung im Hinblick auf den Einsatz in der Luftfahrt scheinbar befähigt sind, werden vor der Schulentlassung bzw. bei den Mittel- und höheren Schulen vor der Überweisung zur Untersekunda der Luftsport-Ortsgruppe namhaft gemacht, die dann in Verbindung mit der Hitler-Jugend die Aufstellung von freiwilligen Modellbaugruppen übernimmt, die tunlichst von Berufs- bzw. höheren Schulen als freiwillige Einrichtung übernommen werden. In diesen Modellbau-Kameradschaften übernimmt die Hitler-Jugend die Gefinnungsschulung und volkssportliche Ertüchtigung, die Luftsport-Ortsgruppe die fachliche Betreuung. Die Ausbildung soll möglichst von solchen Lehrern übernommen werden, die eine besonders positive Einstellung zur Hitler-Jugend und im Modellbau sich weitere Kenntnisse und Fertigkeiten angeeignet haben.“

3. In erhöhtem Maße ist eine enge Gemeinschaftsarbeit erforderlich für die Luftfahrtlehrgänge<sup>31</sup> der 14–16jährigen, die laut Erlaß U III 10 von den Berufsschulen eingerichtet sind oder eingerichtet werden sollen. Der Erlaß U III 10 enthält ganz klare Anweisungen über die Zusammenarbeit zwischen Schule und DLB. In Westfalen ist die enge Arbeitsgemeinschaft dadurch erreicht worden, daß „nach Möglichkeit der Leiter des Luftfahrtlehrganges gleichzeitig zum Jugendreferenten der Luftsport-Ortsgruppe bestimmt und Mitglied des Sfl.-Sturmes wurde. Dadurch ist einmal für die Berufsschule die notwendige Unterstützung, für den DLB. die fachliche Aus-

<sup>30</sup> Vgl. S. 238.

<sup>31</sup> Vgl. S. 270.

bildung garantiert. Die Verbindung zur Hitler-Jugend vollzieht sich hier in gleicher Weise wie bei den Modellbaulehrgängen. Die Teilnehmer bilden gleichzeitig eine Lehrgangskameradschaft, die gesinnungsmäßig und volkssportlich von der Hitler-Jugend betreut wird. Seitens der Luftsport-Landesgruppe finden in gewissen Zeitabständen bei den zuständigen Referenten der Regierungen Besprechungen statt, bei welchen alle einschlägigen Fragen (Einrichtung von Luftfahrtlehrgängen, Ausbildung der Lehrer, Unterstützungsanträge, auftretende Schwierigkeiten u. a. m.) besprochen werden. Gerade diese Besprechungen haben sich in der Praxis besonders günstig ausgewirkt“.

4. Den flugwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaften, die namentlich an höheren Lehranstalten einzurichten sind, kommt besondere Bedeutung zu. Da wissenschaftliche Erkenntnisse ohne ein praktisches Fundament bedeutungslos sind, ist die Verbindung zum praktischen Betrieb der Luftsport-Ortsgruppen besonders tatkräftig zu pflegen. Hier ist eine Maßnahme seitens des Reichs- und Preussischen Ministeriums für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung getroffen worden, die sich seit Ostern 1936 mehr und mehr auszuwirken beginnt.<sup>32</sup>

Praktisch hat die Stadt Berlin in vorbildlicher Weise der „Förderung der Luftfahrt durch die Schule“ gedient. Berlin hat bereits ein Programm verwirklicht.<sup>33</sup>

Eine der vornehmsten Pflichten seitens der städtischen Schulverwaltung seit dem Jahre 1933 bestand darin, mit allem Nachdruck den Gedanken der Luftfahrt in unserer Jugend lebendig zu machen, um dem Ministerwort Genüge zu leisten, das deutsche Volk müsse ein Volk von Fliegern werden. Zu diesem Zweck wurden große Werbeveranstaltungen für alle Schulen durchgeführt, in denen der Herr Reichsluftsportführer und der Herr Stadtschulrat durch persönlichen Einsatz die Jugend für die Luftfahrt begeisterten. In den Schulen wurden durch systematische Organisationsarbeit alle Ansätze in dieser Richtung belebt und die Kräfte für diese große Aufgabe eingesetzt:

<sup>32</sup> K I 7900, B III vom 31. Dezember 1935: „Die Durchführung des Unterrichts in Flugphysik, sowie die Einrichtung der ‚Flugwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaften‘ gemäß Anl. 5 meines Erlasses vom 17. November 1934 — R. U III 10. 1 — erfordert besondere Maßnahmen zur Ausbildung der mit diesem Unterricht zu betrauenden Lehrkräfte der höheren Schulen.

Ich habe daher in Aussicht genommen, eine begrenzte Anzahl geeigneter Lehrkräfte mit der Hauptfachrichtung ‚Physik‘ der Oberstufe in besonderen Lehrgängen für Flugphysik und Luftfahrttechnik auszubilden ... Die an der Staatlichen Hauptstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht ausgebildeten Lehrkräfte sollen als Leiter von Ausbildungslahrgängen innerhalb ihres Landes oder ihrer Provinz hinzugezogen werden. Hierüber ergeht besonderer Erlaß.“

Inzwischen haben sowohl in Berlin als auch in verschiedenen Ländern und Provinzen derartige Lehrgänge stattgefunden, z. B. vom 21. bis 29. Januar 1937 ein Lehrgang für Flugphysik an der Thüringischen Staatschule für Führertum und Politik in Bad Berka (Strömungslehre, Motorenkunde, Flugzeugortung, Modellbau, Flugwetterkunde, Funkpeilung, Flugmechanik, Flugzeugbau, Photogrammetrie, Fach- und Lehrplanfragen).

<sup>33</sup> Magistratsoberschulrat Bohm, Berlin, hat mir dankenswerterweise auf meine Bitte hin einen Bericht zur Verfügung gestellt, den ich gern hier mitteile.

Der Modellbau von Flugzeugen, der an einigen wenigen Schulen schon seit 1930 gepflegt wurde, konnte durch Ausbildung von Lehrkräften für diese Aufgabe im Jahre 1934 zunächst auf fast alle höheren Schulen ausgedehnt werden und im Jahre 1935 auch die anderen Schularten bereits teilweise erfassen. Seit dem 5. Dezember 1934 bis Ende des Sommerhalbjahres 1935 sind fast 200 Lehrkräfte in städtischen Kursen für den Modellbau als Schulgruppenführer ausgebildet worden. Im Laufe des Winterhalbjahres 1935/36 wurden weitere 500 Lehrkräfte für diese Arbeit durch ständige am Werklehrerseminar und an der Dorotheen-Schule in Köpenick laufende Kurse ausgebildet. Durch Verfügung vom 3. Juni 1935 ist der Werkunterricht an den höheren Schulen fast restlos in den Dienst des Modellbaues gestellt worden, wodurch der Modellbau als wahlfreier Unterricht eingeführt ist. Die an den Schulen bestehenden Modellbaugruppen sind zu acht Bezirksarbeitsgemeinschaften und einer Groß-Berliner Arbeitsgemeinschaft zusammengefaßt und haben seit dem Herbst 1933 in zahlreichen Flugwettbewerben ihre Leistungsfähigkeit bewiesen.

Die Arbeitsleistung der Modellbaugruppen der Berliner Schulen bewegt sich auch weiterhin in aufsteigender Linie. Im Juni 1936 hat die Modell-Arbeitsgemeinschaft an höheren Schulen drei Ausscheidungsfiegen der Berliner Bezirke für den großen Traditions Wettbewerb im August durchgeführt. Zu diesem selbst wurden 105 Teilnehmer mit leistungsfähigen Kumpfmotoren zugelassen. Dieses Vergleichsfiegen fand am 23. August 1936 statt, wobei im Zeitflug Leistungen bis 65 Sekunden erreicht wurden.

Seinen Höhepunkt erreichte das Modellflugwesen der Berliner Schulen im „Meinshausen-Fliegen“,<sup>34</sup> dem großen Herbstwettbewerb, der auf zwei Tage verteilt, zeigen sollte, welche Fortschritte der Modellbau der Berliner Schuljugend macht. Im Antriebsmodellwettbewerb standen auf dem Kiezer Feld in Köpenick am 26. September 1936 354 Schüler und Schülerinnen von 43 verschiedenen Anstalten am Start. Die Spitzenleistungen waren der Schlechtwetterlage entsprechend um 30 Sekunden herum für Kumpfmotoren und 20 Sekunden für Stabmodelle. Das Segelmodellfliegen am 3. Oktober 1936 auf den Gofener Bergen vereinigte 1508 Schüler und Schülerinnen von 89 Schulen am Start, ein gewaltiger Fortschritt gegenüber der Teilnehmerzahl von 305 Segelmodellen im Vorjahre! Gerade die Gofener Berge sind als Veranstaltungsort ideal, da der Hangstart bei jeder Windrichtung möglich ist. Obwohl das Wetter nicht so günstig war wie im Jahre 1935 und häufig Regenböen einsetzten, waren die erzielten Leistungen ausgezeichnet. Namentlich Modelle in einer Größe von 110—130 cm wurden als für Schulen besonders geeignet erkannt. Hochziel bleibt das Rhönmodell, das auch schon stark vertreten war. Auch das äußere Bild der Gesamtveranstaltung entsprach den gezeigten Leistungen: man konnte von einem richtigen Volksfest der Schulen im Sinne der Luftsportwerbung sprechen!

Am Modellbau sind nunmehr die höheren Schulen Berlins mit wenigen fachlich

<sup>34</sup> Vgl. „Luftfahrt und Schule“, Jahrgang 1936, Heft 2.

begründeten Ausnahmen voll beteiligt; von 550 Volksschulen bauen bereits 400 Modellflugzeuge.

Ende 1937 dürfte der schultechnische Aufbau der Arbeitsgemeinschaft aller Schulen Berlins voll durchgeführt sein. Das Ziel der dann einsetzenden Verfeinerungsarbeit steht fest: Berlins Schulen sollen im Sinne der Luftfahrtwerbung in nationalpolitischer Hinsicht die notwendigen Forderungen unseres Dritten Reiches ganz erfüllen und sollen im Sinne der Schulen eine wichtige Vorschule für Luftfahrer und Luftfahrtingenieure sein.

Auf dem Gebiete der Flugphysik, die vor allem in der Oberstufe der höheren Lehranstalten in den Unterrichtsplan der allgemeinen Physik eingebaut werden muß, fanden mehrere Ausbildungskurse in Form von Arbeitsgemeinschaften für Physiklehrer im Rahmen der Berliner Lehrerfortbildung statt. Zu diesen wurden bedeutende Vertreter der Flugwissenschaft aus ganz Deutschland gewonnen, und die Mitarbeit der DVL (Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt) und des BDF für die Berliner Lehrerausbildung gesichert.

Die Ausbildung für den Bau und die fliegerische Ausnutzung von Segelflugzeugen ist zentral durch eine Reihe von Kursen, die fortlaufend an der Berufsschule in der Bremer Straße eingerichtet sind, geregelt. Die Einbeziehung dieser Werkstattarbeit in den Arbeitsunterricht der Berufsschule erfüllt zugleich eine wichtige wehrpolitische Aufgabe. So hat sich gezeigt, daß nach Wiedererlangung der Wehrfreiheit bei der Aufstellung der Luftwaffe die Teilnehmer an den Luftfahrtlehrgängen (also Bau und Führung von Segelflugzeugen) in erster Linie als Facharbeiter in der Flugzeugindustrie gebraucht wurden. Die praktische Bauarbeit und theoretische Bekanntschaft mit den Grundgedanken der Luftfahrt findet aber erst ihre Krönung durch die von jedem Schüler ersehnte Erprobung des fliegerischen Könnens im Gleit- und Segelflug. Zur Durchführung der fliegerischen Ausbildung hatte der Herr Oberbürgermeister in den Jahren 1934 und 1935 aus seinen Vorbehaltsmitteln 15000 M zur Verfügung gestellt. Diese Mittel werden dazu verwandt, die besten Flugzeugbauer und die besten Modellbauer, soweit sie sich für die fliegerische Ausbildung eignen, in dem Segelfliegerlager Trebbin/Mark in 14tägigen Lehrgängen zu schulen. Für diese Lehrgänge werden jedesmal 25 Schüler von der Hauptschulverwaltung dem DLB. genannt, der von ihnen bereits Hunderte bis zur Segelflieger-A-, B- und teils auch schon C-Prüfung führen konnte. Neben der lagermäßigen Schulung geht noch die Schulung an den freien Somabendnachtsmittagen und Sonntagen einher, so daß allein im Jahre 1935 bis zum 30. September schon über 400 Prüfungen abgelegt werden konnten.

Selbstverständlich ist noch vielfach anderswo wertvolle und für die Zukunft maßgebliche Vorarbeit<sup>35</sup> vorhanden. Das eine darf man schon jetzt behaupten: Wir stehen im Anfang einer großen Entwicklung.

<sup>35</sup> Es sei hier nur hingewiesen auf einige Aufsätze in der Zeitschrift „Luftfahrt und Schule“, Herausgeber H. Helbig, Heft 1: Wilhelm Haas, Flugmodellbau in den Schulen. Entwurf eines

## 9

Das Reichserziehungsministerium hat Lehrgänge eingerichtet für Physiker, die an deutschen höheren Schulen beschäftigt sind und die Lehrbefähigung für Physik als Hauptfach besitzen, um sie in der „Flugphysik“ auszubilden. Diese Lehrgänge<sup>36</sup> sind einmalig und haben die Aufgabe für die Unterrichtsverwaltungen in den Ländern, in Preußen in den Provinzen, je einige Lehrkräfte bereitzustellen, die befähigt sind, im Laufe der kommenden Jahre alle Schulphysiker mit dem theoretischen Handwerkszeug auszustatten für den Unterricht in der Physik, soweit er die Luftfahrt zu behandeln hat. Die Lehrgänge enthalten sowohl theoretische Vorlesungen wie praktische Übungen; und zwar laufen sie etwa wie der Lehrgang über „Luftfahrt“, den der Berliner Bezirksverein Deutscher Ingenieure in Gemeinschaft mit dem Außeninstitut der Technischen Hochschule in Berlin im Wintersemester 1935/36 veranstaltet hat, ab. Deshalb sei hier der Plan der eben genannten Veranstaltung an der Technischen Hochschule nach der Ankündigung hergeseht:<sup>36</sup>

## 1. Technische Probleme der Luftfahrt:

Aerodynamische Probleme: Verringerung des Luftwiderstandes, alte und neue Bauweisen von Flugzeugen, Fahrgestellen, Rümpfen, Motorverkleidungen, Erhöhung des Auftriebes, Mittel hierzu, Beispiele (Schliff Flügel). Verbesserung der Steuerbarkeit in verschiedenen Fluglagen, Gestaltung der Steuerung (Ruder, Leitwerk). Festigkeitsprobleme: Höchste Anforderungen, wichtige Belastungsfälle und ihre Folgen auf das technische Gestalten. Baustoffprobleme: Allgemeine Anforderungen, Sonderfragen, vergütetes Holz, Stahlverbindungen, Leichtmetall, Schuhsanstriche. Beispiele der Probleme der konstruktiven Gestaltung: Das Segelflugzeug (Hinweis auf Muskelkraft-Flugzeug), das Klein-Flugzeug (Bestrebungen der internationalen Europa-Rundflüge), das Flugzeug für weite Strecken (mit Beispielen des Auslandes und Do.: Wal, Süd-Atlantik Katapult). Das Höhenflugzeug, seine Bauaufgaben. Vergleich der Leistungen des Luftschiffes mit denjenigen des heutigen Flugzeuges; Sonderflugzeuge (Trag- und Hubschrauber, Schwingenflugzeuge); die Aufgaben der Forschungsanstalten für die technischen Probleme der Luftfahrt.

## 2. Technische Probleme der Flugmotoren.

Triebwerks-Rekordleistungen einst und heute: Entfernung, Dauer, Geschwindigkeit. Das Triebwerk in der Energiebilanz des Flugzeuges. Energiebilanz des Triebwerkes: in Bodennähe, in großen Höhen. Sonderaufgaben des Höhenmotors: die Lader und ihr Antrieb, die Kühlung. Rennmotoren für Schnellflug in Bodennähe: Schneider-Trophäe, Coupe Deutsch. Probleme des Hochleistungsmotors: Drehzahlsteigerung, Aufladung. Anteil der Betriebsstoffe an der

---

Unterrichtsplanes für den Bau von Flugzeugmodellen in den Schulen unter besonderer Berücksichtigung der „Planmäßigen Vorbereitung“. Hans Adenaw, Demonstrationsmodelle und Anschauungsmaterial für den Flugmodellbau-Unterricht. Heft 2. Dr. E. Everling, Das Flugzeug als Lehrmittel. Bruno Baumann, 35000 Flugmodelle in 14 Tagen als Beispiel erfolgreicher Zusammenarbeit zwischen Schule, HZ. und DLV. Heft 3. Dr. Fritz Buschmann, Das Luftfahrtzimmer. Karl Müller, Einrichtung einer Modellbauwerkstatt. H. Helbig, „Lehrmittelstelle für Luftfahrt“. Deutsche Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung, 1937, Heft 1. Hans Helbig, „Segelflug an den Hochschulen“; Kurt Pauly, „Vorführungsmodelle für den Unterricht“; Leonhard Hellbusch, „Werkstoffverarbeitung im Bau von Flugmodellen in Holzbauteile“, alle in „Luftfahrt und Schule“ 1937, Heft 8.

<sup>36</sup> LWB. Technisch-wissenschaftliche Veranstaltungen 1935/36 des Berliner Bezirksvereins Deutscher Ingenieure, Programm 2 Luftfahrt (4 Vorträge).

Leistungssteigerung: Schmierstoffe, Brennstoffe. Probleme der Gemisch-Aufbereitung: Vergaser-Fragen, Stand der Benzin-Einspritzung im Ausland. Der Motor.

### 3. Fragen der Kriegsflugzeugbaues.

Die geschichtliche Entwicklung des Flugzeugs als Waffe. Hauptbauarten: Bomber (Nachtbomber, Tagbomber, Sturzbomber), Jagdflugzeuge, Aufklärer, Seeflugzeuge und Sonderflugzeuge, ihre Aufgaben, Ausrüstung und die sich hieraus ergebenden konstruktiven Lösungen. Überblick über die fremden Luftmächte und ihre Flugzeuggattungen.

Selbstverständlich kann der eben wiedergegebene Plan weder in den Schulen noch in der „Gemeinschaftsarbeit“ bewältigt werden. Er soll es auch nicht. Aber der Fachlehrer soll und muß eine ausreichende Kenntnis über die Einzelheiten haben, weil er neben seinem Unterricht und neben der reinen Erzieheraufgabe auch die Pflicht hat, den jungen Leuten als Berater für ihren späteren Beruf zur Seite zu stehen. Der Lehrer sollte der geborene Berufsberater sein, und er sollte es werden für die Luftfahrt. Da wird er Bescheid wissen müssen, um seinerseits Bescheid geben zu können über die Hilfsmittel, die über die Schule hinaus dem künftigen Berufstätigen zum Lebensberuf helfen können. Es ist gar keine Frage, daß die Luftfahrt nicht nur eine Unzahl von sachverständigen Personen als Nachwuchs braucht, sondern es steht ebenso fest, daß durch sie eine Unzahl neuer Berufe ins Leben treten werden.<sup>37</sup> Deshalb wird es gut sein, wenn der Lehrer auch von der Spezialliteratur auf diesen Gebieten wenigstens einige Kenntnis hat. Ich nenne nur zwei Werke, die meines Erachtens, obwohl sie umfangreich und nur für die reine Berufsausbildung bestimmt sind, doch die Gebiete so behandeln, daß der Anfänger schrittweise mit Verständnis den Ausführungen folgen kann, weil der Theorie immer eine praktische Einführung vorangestellt ist.

Der verdienstvolle Verlag von E. F. C. Volkmann, der für das Gesamtgebiet der Luftfahrt eine Sammlung von Heften aller Art herausgegeben hat, bietet in Heft 7, 8 und 9 von Dipl.-Ing. W. Möller: Der Flugmotor, Heft 21 und 22 von Dipl.-Ing. R. Schäfer: Flugmotorenkunde, außerdem das Handbuch für Flugmotorenkunde von Dipl.-Ing. Franz Merkle D.S. — Etwas anders in der didaktischen Bearbeitung ist das in der Akademischen Verlagsgesellschaft Athenaion m. b. H. Potsdam in 20 Lieferungen erschienene Handbuch des Motor- und Segelfliegens, herausgegeben von E. W. Vogelfang unter Mitarbeit von Bruggmann, Lorsten, Dr. Ing. Ewald, Leander, Dr. Drlovius, Dr. Schmidt-Neps, Dr. Heinrich Wörner, Stamer. Es wird, wie ich weiß, als verbindliches Lehrbuch von Flugzeugfirmen für ihre Berufsangehörigen verwendet.<sup>38</sup>

<sup>37</sup> Die Zeitschrift Luftfahrt und Schule enthält in ihren ersten Heften schon Aufsätze, die die Frage neuer Berufe in der Luftfahrt ansprechen. Heft 2: Dipl. Ing. Otto Fuchs: Der Ingenieur in der Luftfahrt, S. 34—36. Dr. Hamn: Auslese und Förderung der Tüchtigen. Arno Thauß und Joseph Linkamp: Kommt als neuer Beruf der des Flugzeug-Elektrikers?

Am 6. April 1936 erläßt der Reichs- und Preussische Minister für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung eine Verfügung, wonach Schüler, die Ostern 1936 nach Oberprima versetzt sind, unter bestimmten Voraussetzungen als ordentliche Studierende zum Studium des Luftfahrtwesens und des Schiffbaues an den Technischen Hochschulen zugelassen werden. Vgl. auch Hauptmann Thomée, Reichskriegsministerium, „Die Laufbahnen in der Wehrmacht“, Heer, Kriegsmarine, Luftwaffe, Reichsarbeitsdienst. Berlin 1936. W. Müller-Loebnitz, „Vom Wesen und Wert der allgemeinen Wehrpflicht“. Berlin 1936.

<sup>38</sup> Am 29. Juli 1936 hat der Führer und Reichskanzler Adolf Hitler die Bildung einer Deutschen Akademie für Luftfahrtforschung angeordnet.

Das Fehlen einheitlicher Fachausdrücke auf dem Gesamtgebiet der Flugtechnik hat die Zentrale für wissenschaftliches Berichtswesen bei der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt e. V., Berlin-Adlershof veranlaßt, laufend Blätter im Format Din A 4 herauszugeben, die die Bezeichnung der hauptsächlichsten Bauteile eines Flugzeuges, die Bauteile in Einzeldarstellungen, eine Zusammenstellung der

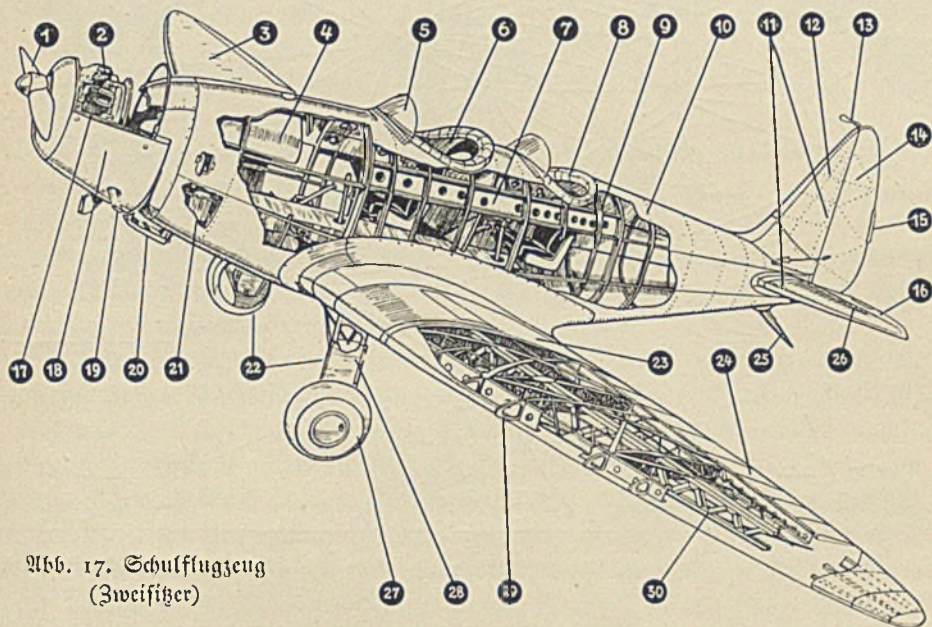


Abb. 17. Schulflugzeug  
(Zweiflüger)

- |   |                    |                 |
|---|--------------------|-----------------|
| 1 Luftschraube                            | 11 Leitwerk        | 21 Ölbehälter   |
| 2 Motor, Sternmotor, Motor<br>Luftgebläse | 12 Seitenflosse    | 22 Fahrwerk     |
| 3 Flügel                                  | 13 Massenausgleich | 23 Flügelhaut   |
| 4 Kraftstoffbehälter                      | 14 Seitenruder     | 24 Querruder    |
| 5 Windschuhscheibe                        | 15 Trimmruder      | 25 Schwanzsporn |
| 6 Führerrahmen                            | 16 Höhenruder      | 26 Höhenflosse  |
| 7 Rumpfsolm                               | 17 Triebwerk       | 27 Laufrad      |
| 8 Polsterung                              | 18 Motorhaube      | 28 Federbein    |
| 9 Spant                                   | 19 Auspuff         | 29 Rippe        |
| 10 Rumpf                                  | 20 Kühler          | 30 Rohn         |

flugmechanischen Bezeichnungen usw. enthalten. Das dazugehörige Wörterverzeichnis ist in den Sprachen Deutsch, Englisch und Französisch abgefaßt. Das erste Blatt mit der Bezeichnung der hauptsächlichsten Bauteile eines Flugzeuges ist bereits erschienen und kann gegen Erstattung der Herstellungskosten von der Zentrale für wissenschaftliches Berichtswesen zum Preis von RM. —.20 bezogen werden. (Abb. 17.)

IO

„Die Erschließung des Luftreiches für den menschlichen Verkehr“<sup>39</sup> ist mit einer in der Geschichte der Technik bisher beispiellosen Schnelligkeit erfolgt. Die ersten

<sup>39</sup> Eine gute Übersicht gibt der im Geographischen Anzeiger (Heft 22 — Nov. 1935 S. 505—507) erschienene Aufsatz von Johann Petersen: Die Erschließung der Luft als Verkehrsstraße, der auch eine kurze Entwicklungsgeschichte der Luftfahrt bis zur Gegenwart gibt. Ich habe ihm eine

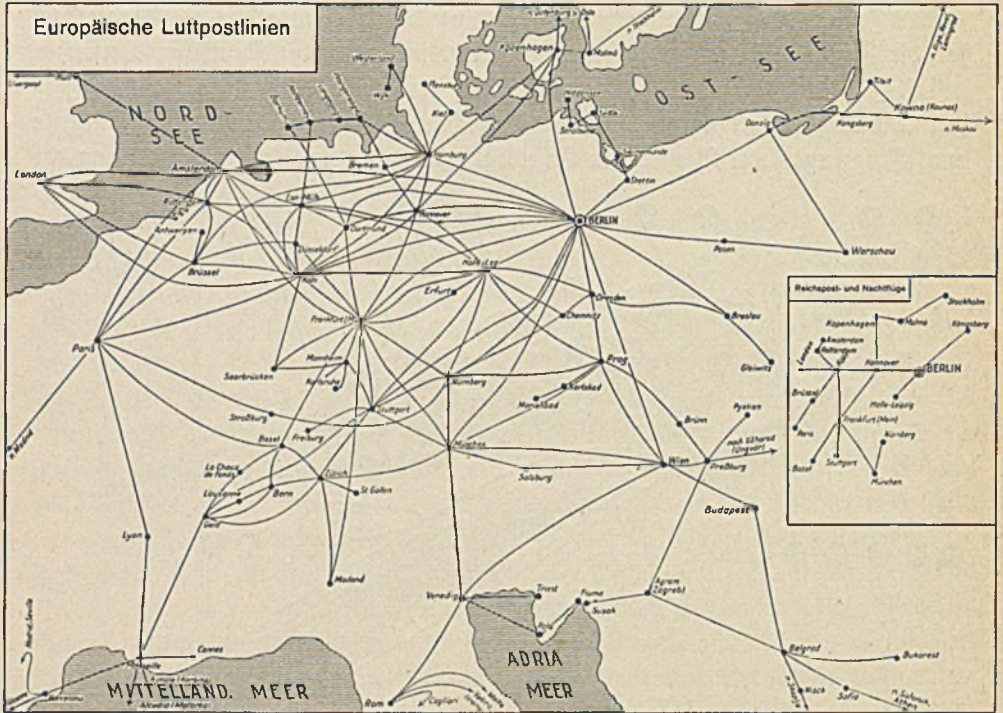


Abb. 18.

Nach D. Kr. von Schwarzenseibt.

Versuche des Luftverkehrs in Deutschland begannen noch während des Weltkrieges, im Jahre 1918. Seit genau 10 Jahren wird der gesamte Luftverkehr Deutschlands von der Luft Hansa geleistet. Deutschland ist jetzt mit einem festen Netz von Luftverkehrsstraßen überzogen, das in seinen Hauptrichtungen wohl endgültig festliegt. Alle bedeutenderen Städte sind in das Luftfahrtnetz eingeschlossen, so daß die Hin- und Rückreise aus allen Teilen Deutschlands nach Berlin bequem in einem Tag zu erledigen ist. Auch der durchgehende Verkehr zwischen den Hauptstädten Europas ist zum Teil in Gemeinschaft mit ausländischen Luftverkehrsgesellschaften in Betrieb genommen. Deutsche Flugzeuge führen ihren Flug im Personenverkehr nach allen europäischen Großstädten durch. Durch enge Zusammenarbeit der europäischen Luftverkehrsgesellschaften ist die Ausbreitung des zwischenstaatlichen Flugverkehrs in Europa und die Verkürzung der Reisedauer ermöglicht worden. „So steuern“ — fährt Peterfen fort — „die Flugzeuge der Deutschen Luft Hansa die meisten europäischen Hauptstädte an, wie andererseits die holländischen Flugzeuge der K. L. M. (Koninklijke Luchtvaart Maatschappij) Hamburg, Hannover, Berlin, Halle-Leipzig und Frankfurt anfliegen, diejenigen der Sabena (Société anonyme belge d'exploitation

Reihe von Gedanken wörtlich entnommen und empfehle den Aufsatz zu genauerem Studium. Es steckt in ihm viel Arbeit, die sich unterrichtlich weiter auswerten läßt.



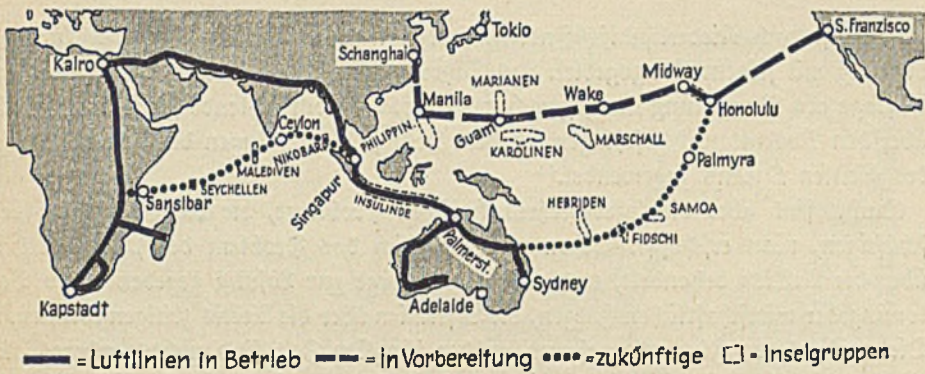


Abb. 19.

Kurzhaier.

de la navigation aérienne) Düsseldorf, Essen, Köln, Berlin und Hamburg und die der Air France Nürnberg. Die englischen Flugzeuge der Imperial Airways nehmen ihren Weg vornehmlich durch Frankreich und Belgien.<sup>40</sup>

Der Weltluftverkehr ist nach Luftstrecklänge und täglicher Kilometerleistung nur etwa doppelt so umfangreich wie der europäische Luftverkehr in seinem jetzigen Ausmaße.

Nachdem die Deutsche Luft Hansa im Jahre 1934 durch ihren wöchentlichen Luftpostdienst Deutschland—Südamerika die Brücke über den Südatlantik hinweg zum amerikanischen Festland schlagen konnte und damit das europäische Luftverkehrsnetz mit der Neuen Welt verband, nachdem auch die englische Handelsluftfahrt Australien dem Luftverkehr anschloß, sind alle fünf Erdteile durch das Flugzeug miteinander verbunden.<sup>41</sup> Für den Stillen Ozean ist das Finden einer befriedigenden Lösung natürlich noch schwieriger. Über die beabsichtigten Flugverbindungen gibt Abbildung 19 Auskunft.

Selbstverständlich haben auch die anderen Länder dem Ausbau des Übersee- und Auslandsflugverkehrs besondere Pflege zuteil werden lassen.<sup>42</sup> Englands Überseebeziehungen gehen nach Südafrika, Indien und Australien, Frankreichs wichtigste Auslandsverbindungen gehen nach Afrika bis Madagaskar, Ostindien und Indochina und — nach Südamerika im Anschluß an die Verkehrslinien nach Afrika. Der Postverkehr Europa—Südamerika wird im Einvernehmen der deutschen und französischen Gesellschaften abwechselnd ausgeübt. Italien trägt sich mit dem Plan, eine eigene Trans-Sahara-Linie zu eröffnen. Holland unterhält einen regelmäßigen

<sup>40</sup> S. auch den Aufsatz „Deutscher Luftverkehr 1935“ von Martin Wronsky, Vorstandsmitglied der Deutschen Luft Hansa. WB. Beilage Luftfahrt — Luftschuß Nr. 3, Januar 1935. S. außerdem die Festschrift „10 Jahre Deutsche Luft Hansa“, Berlin 1936.

<sup>41</sup> S. Martin Wronsky, „Probleme des deutschen Luftverkehrs“. Süddeutsche Monatshefte Heft 10, Juli 1935, S. 620—623.

<sup>42</sup> Hermann Rüdiger, „Luftverkehr über der Arktis“. Süddeutsche Monatshefte, Heft 10, Juli 1935, S. 641—645. Dort ist hingewiesen auf weitere Literatur: Neuland im Norden. 1928. Willy Meyer, „Der Kampf um Mobile“. 1931. Kohl-Läsen, Die Arktisfahrt des Graf Zeppelin. 1931.

Flugdienst nach Niederländisch-Indien, Belgien plant eine regelmäßige Flugverbindung mit seinem Kongogebiet. Im Jahre 1936<sup>43</sup> ist, wie bereits in der vorigen Auflage als Vermutung ausgesprochen wurde, die noch fehlende große Luftbrücke über den Nordatlantik geschlagen worden. Jetzt sind alle Augen der Lufteroberung des Stillen Ozeans zugewendet.<sup>44</sup>

Damit sind aber die luftverkehrstechnischen Probleme, die die Gegenwart beschäftigt, nicht erschöpft. Schon wird ernstlich das Problem des „Luftverkehrs über die Arktis“ behandelt, und es werden Wege zur Lösung gegeben unter Betonung der wirtschaftlichen Folgen, die Luftlinien über die Arktis zeitigen könnten.<sup>32</sup> Die nordpolaren Flugunternehmungen der jüngsten Zeit sind nichts anderes als eine unmittelbare Fortsetzung der jahrhundertalten Versuche, im höchsten Norden neue und kürzere Weltverkehrswege zu finden, sie auszugestalten und zu sichern, mit dem einen wesentlichen Unterschied, daß man jetzt die Schwierigkeit der Schiffs- und Schlittenfahrten in und auf dem Eise zu vermeiden sucht und dank der Entwicklung der Luftfahrt sich ihrer Mittel, teils allein, teils in Verbindung mit älteren Verkehrsmitteln, bedient.<sup>45</sup>

Schon ein flüchtiger Blick auf die Karte (Abb. 20), welche die Hauptwege des transarktischen Luftverkehrs der Zukunft veranschaulicht, zeigt den Hauptvorteil des sogenannten nördlichen Weges: die außerordentliche Verkürzung der Entfernungen. Sie beträgt nicht etwa Hunderte, sondern Tausende von Kilometern. Die heute zwischen England und Japan am meisten benutzte Reiseroute — zu Schiff bis Montreal, mit der kanadischen Bahn bis Vancouver und dann wieder zu Schiff bis Japan —

<sup>43</sup> Am 28. Februar 1936 wurde nach dreijähriger Bauzeit auf der Friedrichshafener Werft das neue große Verkehrsluftschiff LZ 129 fertiggestellt. Am 31. März 1936 startet das Luftschiff „Hindenburg“ (LZ 129) zur ersten Südamerikafahrt. Die Landung erfolgte am 4. April in Rio de Janeiro. Am 6. Mai 1937 findet dieses stolze Werk deutscher Technik bei der Landung in Lakehurst ein tragisches Ende.

Am 10. September 1936 legte das Flugzeug der Deutschen Luft Hansa Do 18 „Zephir“ die 4000 km lange Strecke vom Motorschiff „Schwaben“ bei den Azoren bis zum New Yorker Flughafen in 22 Stunden und 12 Minuten zurück.

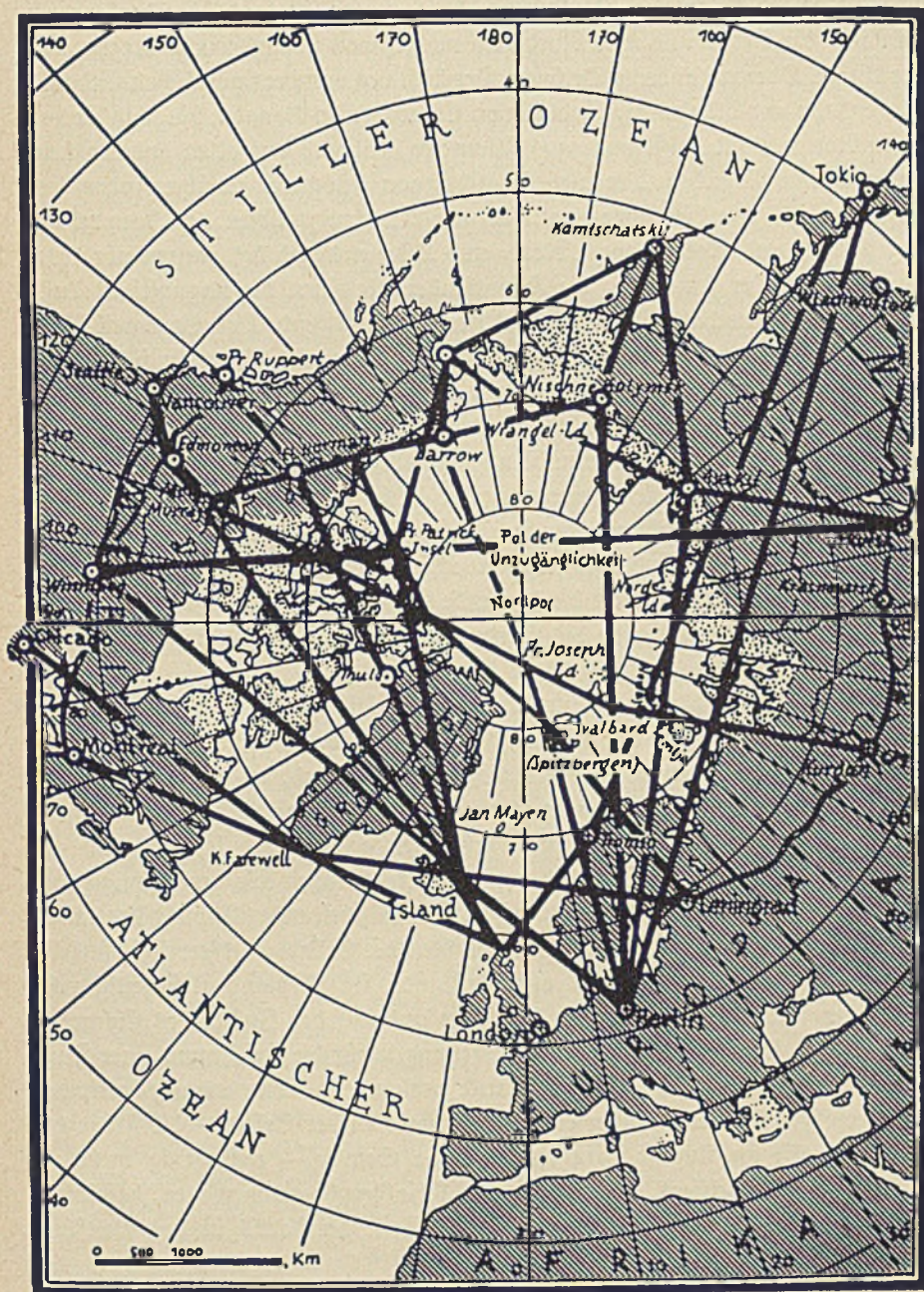
Am 20. Februar 1937 startete in Dessau ein für Australien bestimmtes zweimotoriges Junkers Flugzeug, Typ „Ju 86“, zum Flug nach Melbourne.

Vgl. auch D. N. Thomsen, „Der ägyptische Hasenflug-Wettbewerb 1937“ (Deutsche Luftwacht, Ausgabe Luftwelt, April 1937) und „Die Deutsche Luft Hansa im Sommer 1937“ (ebenda).

<sup>44</sup> „Der Kampf um den Luftraum. Die wichtigsten Luftverkehrswege der Welt.“ Aufsatz im „Zeitspiegel“ 1936/1, abgedruckt aus der „Magdeburgischen Zeitung“ vom 14./15. Dezember 1935. Disposition dieses Aufsatzes: Der Süd-Ring nach Ostasien. Der Nord-Ring nach Ostasien. Der Weg über den Stillen Ozean. Der Weg über den Südatlantik. Die Schließung des Weltflug-Ringes über den Nordatlantik. Die Erschließung der Großräume.

Paul Ritter, Mitarbeiter im Kolonialpolitischen Amt der NSDAP., „Der Kampf um den Erdbaum“. Leipzig 1935. 348 Seiten mit 16 doppelseitigen Bildtafeln und 12 Karten. Kurt Krause, „Luftfahrwege über Afrika“ (Geographischer Anzeiger, 1937, Heft 7).

<sup>45</sup> Walter Pahl, „Die Luftwege der Erde“. Politische Geographie des Weltluftverkehrs. Hamburg 1936. 25 Karten.



Aus Sieber, Wunder im Weltall. Verlag Kösel & Pustet.  
Abb. 20.

mißt rund 16000 Kilometer. Der Luftweg dagegen von England über den europäischen Rand der Arktis und über Nordasien nach Japan ist um 5000 bis 5500 Kilometer kürzer. Oder ein anderes Beispiel: Der Luftweg von dem nördlichen Endpunkt der Eisenbahn am Athabaska, nördlich von Edmonton in Kanada, bis nach Archangelsk in Nordrußland mißt nur 5300 Kilometer, während auf allen anderen heute zur Verfügung stehenden Wegen mehr als 13000 Kilometer zu überwinden sind. Das gleiche gilt, wie die Karte zeigt, für alle Strecken zwischen den Hauptplätzen West-, Mittel- und Nordeuropas, Nord- und Ostasiens und des ganzen nördlichen Nordamerikas. Der Einwand, die Haupthindernisse seien die ungünstigen Luft-, Land- und Meeresverhältnisse der Arktis, ist nicht zutreffend. Das Gegenteil ist der Fall! Die transpolaren Luftwege sind im ganzen sicherer als die weiter südlich über die Ozeane verlaufenden. Die niedrigeren Temperaturen bedingen sogar eine ganze Reihe von Vorteilen, wie das Fehlen feuchter Niederschläge, von Regen und nassem Nebel, das Fehlen oder die Verminderung der Blizgefahr, das Fehlen von Luftlöchern und Luftwirbeln, die Vermehrung der Sichtmöglichkeit u. a. m. Ein erheblicher Vorteil bei Verwendung von Luftschiffen ist ferner der Umstand, daß im hohen Norden an die Stelle des ständigen Wechsels von Tag und Nacht im Sommer der ständige Tag und im Winter die dauernde Nacht treten. Schließlich ist auch die Eisbedeckung von großen Teilen des Nordpolarmeeres ein großer Sicherheitsfaktor bei Unglücksfällen und Notlandungen.

Drei Weltmächte sind an der Entwicklung des arktischen Luftverkehrs vor allem interessiert, die Beherrscher der subarktischen Räume, deren Gestade das Eismeer umsäumen, und der ihnen vorgelagerten Inseln: Rußland, England-Kanada und als Besitzer Alaskas die Vereinigten Staaten. Zu ihnen gesellen sich Dänemark, dem Grönland, und Norwegen, dem Spitzbergen gehört, und letztlich auch alle anderen Staaten und Völker, die sich von den beträchtlichen Wegverkürzungen auf der Nordhalbkugel der Erde Nutzen erhoffen. Die entscheidende Aktivität liegt allerdings bei den zuerst genannten drei Großmächten der Arktis. Rüdiger schließt seine Ausführungen mit einem Hinweis auf Rußland: Da Rußland gleichzeitig zahlreiche Wetter- und Radiostationen an der Küste und auf den Inseln des Eismeres eingerichtet hat, sind eigentlich alle Voraussetzungen für die Eröffnung einer Fluglinie auf der kürzeren nordibirischen Strecke vorhanden. Wenn man bedenkt, daß die erste erfolgreiche Verwendung eines Flugzeuges in der Arktis — die Flüge des Russen Magurski im August 1914 auf Nowaja Semlja — erst wenig mehr als zwei Jahrzehnte zurückliegt, so darf man wohl die Prophezeiung wagen, daß innerhalb der nächsten beiden Jahrzehnte wesentliche Teile der Arktis in das Weltflugverkehrsnetz einbezogen sein werden.

Dann wird das Nordpolarmeer zu einer bevorzugten Straße des Weltverkehrs werden und, wie Stefansson es vorausgesagt hat, sich in ein Mittelmeer umwandeln, in dem Schottland und Japan, Norwegen und Alaska, Sibirien und Kanada sich als „Anrainer“ ein und desselben Meeres gegenüberliegen.

## II

Ausführungen über das schon bestehende und in Aussicht stehende Luftverkehrsnetz werden im Unterrichtsplan der Erdkunde nicht mehr entbehrt werden können. Einmal nicht, weil die Pflege des Luftfahrtgedankens in der Schule nach dieser Richtung naturgemäß der Erdkunde zufällt, andererseits zwingt aber die Lage, die der Ausbau des Luftverkehrs der Welt heraufgeführt hat, dem Problem der „Geopolitik“ und ihrer Behandlung im Unterricht ernstlich die allgemeine Aufmerksamkeit zuzuwenden. Denn alle Luftwege können politisch wirksam werden. Das Luftschiff und das Luftflugzeug müssen bei kriegerischen Verwicklungen ebenso ihre Schuldigkeit tun wie Heer und Marine. Luftstraßen sind politische Straßen, die Hochstraßen der Luft ganz besonders. Dazu kommt, daß nicht nur die Erschließung des Luftreiches sich mit rasender Schnelligkeit vollzog und vollzieht. Das gilt für alle unsere Verkehrsmittel überhaupt: Eisenbahn, Kraftwagen, Schiff, Luftschiff und die Straßen (Reichsautobahnstraßen) haben sich im Laufe der letzten zwei Jahrzehnte schnell entwickelt, und diese Entwicklung ist im großen und ganzen unabhängig voneinander erfolgt, so daß ihre gemeinsame Erfassung und literarische Behandlung<sup>46</sup> heute noch fehlt. Aber alle haben über ihre wirtschaftliche Bedeutung hinaus auch eine solche, die über die Grenzen unseres Vaterlandes hinaus wirksam wird oder werden kann. Es ist schon so: Die ganze Welt wird heute umgebaut.<sup>47</sup> Davon kann auch die Schule nicht unberührt bleiben,<sup>48</sup> zumal die Entwicklung der Luftfahrt erheblich zur Auslösung dieses Prozesses beigetragen hat.

Das Zentralinstitut für Erziehung und Unterricht in Berlin hat sich in den letzten zwei Jahren mit der Eingliederung der Geopolitik in den Unterricht befaßt. Auf

<sup>46</sup> S. Betrachtungen über die Verkehrsmittel 1935 in dem Buche „Deutschlandfahrt der deutschen Studentenschaft Danzig“. 23. Juni bis 19. Juli 1935. Herausgegeben von der Technischen Hochschule Danzig. S. 19—35. Eugen Diesel, „Klingen um Europa“, Leipzig 1935.

<sup>47</sup> Vgl. W. Pahl, „Die Wandlung des Weltbildes durch den Luftverkehr“. Deutsche Rundschau. August 1935. Schröter, „Philosophie der Technik“. Oldenbourg, München 1935. Dessoir, „Philosophie der Technik“. 1928<sup>2</sup>. Rosenberg, „Freiheit der Wissenschaft“, Zeitschr. Volk im Werden. 1935. Heft 2, S. 69—80. A. Baumlmer, „Die Dialektik Europas“. Internationale Zeitschrift für Erziehung. 1935. Heft 1. Eugen Diesel, „Völkerschicksale und Technik“, Cotta, Stuttgart 1930. Derselbe, „Der Weg durch das Wirrsal“. Das Erlebnis unserer Zeit. Stuttgart 1932. Derselbe, „Vom Verhängnis der Völker“, Stuttgart 1934. Derselbe, „Klingen um Europa“. Bibliographisches Institut 1935. Derselbe, „Die Stellung des Geistes im Weltbild der Gegenwart“, Prottenberg-Verlag, Potsdam 1936. Derselbe, „Gibt es eine Weltkrise?“ Deutsche Rundschau, Dezemberheft 1935, Seite 210—215. Max Pland, „Physik und Weltanschauung“. 1935. Vortrag. Jenneck, „Kulturförderung durch Wechselwirkung von Technik und Wissenschaft“. Naturwissenschaften, 1935, Heft 5. Februar. v. Mehsch, „Schlummernde Wehrkräfte“, Oldenburg 1935. Rudolf von Delius, „Die Weltmächte des Geistes“, 1936. L. Gruenberg, „Zusammenbruch und Wiederaufbau 1918—1935“, Leipzig 1935. Martin Krockow, „Deutschlands Zusammenbruch und Freiheitskampf 1918—1935“, Breslau 1935. Fritz Helke, Georg Usabel, Heinz Wiers, „Der junge Reichsbürger“, Berlin 1936. Georg Usabel, „Deutschlands Werden“. Überschau und nationalpolitische Wertung. Mit 25 Abbildungen, 20 Karten und Tafeln. Leipzig 1936.

<sup>48</sup> Holfelder, „Das Ende der normativen Pädagogik“. Internationale Zeitschrift für Erziehung,

seine Veranlassung hin fand im Mai 1935 in Bad Saarow eine Besprechung statt, an der eine Reihe von Vorkämpfern der Geopolitik aus Ministerien, Reichsstellen der Bewegung, der Schule und Hochschule teilnahmen. Das Ergebnis dieser Besprechung hat das Zentralinstitut dem Reichserziehungsministerium vorgelegt als Beitrag zur weiteren Ausgestaltung der Arbeit in der Schule.

Die Denkschrift macht Vorschläge für die Behandlung der Geopolitik in der Volksschule, in der höheren Schule, in anderen Schulen, an den Hochschulen, in der Fortbildung der deutschen Lehrerschaft. Den Vorschlägen ist eine „Grundlegung“ vorausgeschickt, die an das Wort des Stellvertreters des Führers Rudolf Heß anknüpft: „Geopolitische Schulung aller Parteigliederungen ist, wie die Verbreitung geopolitischen Gedankengutes überhaupt von hohem Wert für die politische Erziehung des deutschen Volkes.“<sup>49</sup> Dieser Tatsache muß die deutsche Schule schon nach dem für sie festgelegten und formulierten Grundgesetz<sup>50</sup> durch tatkräftige Mitarbeit in ihrem Bereich gerecht werden. Es kommt nicht darauf an, ein neues Schulfach „Geopolitik“ zu schaffen. Vielmehr müssen die bisherigen Fachgebiete Erdkunde, Geschichte, Deutschkunde und Biologie eine Erweiterung auf das von ihnen zu übernehmende Teilgebiet des Staates erfahren. Keins der genannten Fächer ist von sich aus allein dazu befähigt. Die Erdkunde etwa würde ihre Eigengesetzlichkeit verlieren, wenn sie das Übergangsbereich der politischen Geographie in den Mittelpunkt von Forschung, Lehre oder Unterricht stellen würde. Aber eine sichere Unterbauung von der Erdkunde her braucht die Geopolitik. Sie muß daher entscheidenden Wert auf eine möglichst umfassende Durchbildung der Schüler in allen Teilgebieten der Erdkunde legen. Da die Geopolitik aber ihrem Wesen nach eine aus vielen Wissensgebieten gespeiste Eigendisziplin ist, ragen in sie eine Reihe anderer Fächer in gleicher Weise hinein wie die Erdkunde. So die Geschichte, deren Aufgabe die Klärung des zeitlichen Nacheinander der staatlichen Geschehnisse ist. Sie liefert das Tatsachengebiet, ohne das die Geopolitik nicht arbeiten kann. Die Deutung dieser geschichtlichen Tatsachen aus der Kenntnis der staatsbildenden Kräfte des Raumes und des Volkskörpers ist das ureigenste Gebiet der Geopolitik. Und endlich die Biologie in ihrer Ausrichtung auf die Bevölkerungslehre und Rassenkunde. Aus der Biologie

---

1935, Heft 1, S. 5 ff. Löpelmann, „Erziehung und Unterricht an der höheren Schule“, Bd. 1: Voraussetzungen. Diesterweg, Frankfurt a. M. 1936, Mehner, „Technik und Schule“. Eine weltanschauliche Studie. Wege und Ziele. Monatschrift Die deutsche Schule, 1934, Heft 9. Benze, „Die Neuordnung des höheren Schulwesens“. Weltanschauung und Schule, 1937, Nr. 6. U. Rosenberg, „Deutsche Schule mitten im Volk“, ebenda 1937, Heft 3 (Januar). Dazu das gesamte Schrifttum von E. Krick, Zeitschriften u. a.: „Volk im Werden“ (E. Krick), „Weltanschauung und Schule“ (U. Baucmler), „Die Deutsche höhere Schule“, Zeitschrift des NSLB, „Nationalsozialistisches Bildungswesen“ (F. Wächtler).

<sup>49</sup> Parteiverordnungsblatt vom 15. 1. 1935. Das Zentralinstitut hat dem Erziehungsministerium die Denkschrift unter dem Aktenzeichen 169/27a betreffend Geopolitik und Schule am 18. 8. 1935 vorgelegt. Die Ausführungen sind dieser Denkschrift gekürzt entnommen.

<sup>50</sup> S. Fußnote 1.

erwächst mit der Erkenntnis, daß Geschichte der Niederschlag von Lebensvorgängen eines Volkskörpers in einem bestimmten Raum ist, die weltanschauliche Grundlegung des ganzen Gebäudes der Geopolitik, zu dem die Kulturkunde, wie sie im Deutschunterricht vermittelt wird, den letzten der Ecksteine flügt.

Die Denkschrift gipfelt in der Feststellung: Die Gesamtheit der räumlichen und vollklichen Beziehungen faßt die Geopolitik als Wissenschaft zu einer Gesamtschau zusammen, die von der nationalsozialistischen Staats- und Weltanschauung her bestimmt wird. Die Schule hat dafür zu sorgen, daß diese Zusammenfassung auch eine solche bleibt. Es ist daher anzustreben, daß die vier genannten Fächer unter sich eine feste Arbeitsgemeinschaft bilden, die geopolitisch ausgerichtet und geführt wird.

Die Denkschrift warnt schließlich vor den Gefahren einer wilden Geopolitik mit Recht so: Frühere Vertreter geopolitischer Forderungen sind oft genug der Gefahr eines erdkundlichen Materialismus erlegen. Man glaubte, in der Geopolitik den Weg gefunden zu haben, auch im staatlich-geschichtlichen Geschehen zu allgemein gültigen Grundsätzen zu kommen. Eine solche Betrachtungsweise hat aber nicht das geringste mit Geopolitik zu tun, sondern ist nichts anderes als eine geographische Milieutheorie. Es ist unmöglich, geopolitische Begebenheiten und Geschehnisse lediglich vom Raum her ableiten zu wollen. Es gibt keine geographisch-politischen Zwangsläufigkeiten oder allgemeingültige Gesetze. Jedes Land und jeder Raum stellt seine Aufgabe, der Mensch aber ist es, der sie erkennen und lösen muß. Die Geopolitik erstrebt die Erfassung des völkisch-staatlichen Lebens als eines Organismus.<sup>51</sup>

Die Pflege des Luftfahrt- und des Luftschutzgedankens liefert für geopolitische Betrachtungen und Zusammenfassungen eine Fülle von Anknüpfungsmöglichkeiten in allen mit der Geopolitik verhafteten Unterrichtsgebieten.

<sup>51</sup> Zur Geopolitik gibt es eine Anzahl von Literatur, die zusammenzustellen nicht angeht. Ich nenne nur das auf die Bedürfnisse der Volksschule zugeschnittene, aber auch über sie hinaus durchaus brauchbare Buch von F. Knieper, „Geopolitik für die Unterrichtspraxis“. Verlag F. Kamp, Bochum. 4. verbesserte Auflage, 1935, mit einem Geleitwort von Professor Karl Haushofer, Präsident der Deutschen Akademie. Von demselben Verfasser ist auch ein geopolitisches Arbeitsheft „Staaten und Räume“ erschienen, das nur 31 Seiten umfaßt. Auf jeder Seite eine Kartenskizze. — S. außerdem Haase, „Geopolitik und Schule“, ein Zeitschriftenreferat. Zeitschrift Mittelschule Nr. 38 vom 14. November 1935. Rudolf von der Luth, „Wehrwissenschaftlicher Atlas“, 1936. 96 Seiten, davon 46 geopolitische Skizzen. R. Hennig und L. Körholz, „Einführung in die Geopolitik“, 4. Auflage, Leipzig 1936, mit 59 Karten. Otto Maull, „Das Wesen der Geopolitik“, Heft 1 der Reihe „Macht und Erde“, Leipzig 1936, 57 Seiten mit 2 Karten.



## Sach- und Namenverzeichnis

- Abendthermik 332, 336, 337  
 Abfluggeschwindigkeit 161  
 Abkühlung 294, 298  
 Abkühlung höherer Luftschichten 221  
 Abkühlungsgröße 327  
 Abreißen der Strömung 121, 137, 147, 262, 264, 267  
 Abrüstung 22  
 Abrüstungskonferenz 22  
 Abschlußprüfung I 290  
 Abschlußprüfung II 289  
 Absoluter und selbständiger Luftkrieg 9  
 Absolute Stromlinien 115  
 Abwärtsflug 154, 155  
 Abwehrmittel 293  
 Abwind 296  
 Abwindseite 335  
 Abwurfhöhe 170  
 Achsengraphit 175  
 Äther 130, 141  
 Adamsit 66, 208  
 Adaptionsfähigkeit 226  
 Adenaw 247, 347  
 Adler 214  
 Adriatisches Meer 296  
 Adsorption 175, 200, 201  
 „Aero Digest“ 103  
 Aerodynamische Versuchsanstalt Göttingen 127  
 Aero Kartograph 51  
 Aerologische Stationen 304, 329  
 „Aeronautical Engineering“ 103  
 „The Aeroplane“ 103  
 Aeroprojektor Multipler 51  
 Afrika 351  
 Ahlborn 115  
 Ähnlichkeitslehre 100  
 Ahorn 215  
 „Air Commerce Bulletin“ 103  
 „Aircraft Engineering“ 103  
 Air-Empire 309  
 Air France 351  
 „Airports and Airlines“ 103  
 „Airway Age“ 103  
 Affkomodationskraft 225  
 Aktionsradius 293  
 Aktive Dienstpflicht 314  
 Aktive Kohle 175, 201  
 Akustische Ortung 176  
 Alarmplan 277  
 Alarmproben 15, 278  
 Maske 354  
 Albatros 216  
 Alkalielektrolyse 197  
 Alkohole 193  
 Allgemeine Landeskunde 55  
 Altokumuluswolken 300  
 Altostratuswolken 300  
 Aluminium 184, 185, 204  
 Aluminiumbronze 187  
 „Aluminium-Zaschenbuch“ 184, 186, 210  
 Alusil 186  
 Amboss 332  
 Amerika 21, 22  
 Ammoniak 197, 198, 199  
 Ammoniumchlorid 203  
 Ammoniumsulfat 206  
 Amortisation 81  
 Amtliche Wetterkarte 304  
 Amtmann 289  
 Amtsgehilfe 290  
 Amtsrat 289  
 Amtsträger 311  
 Analytische Geometrie 90  
 Anders 45, 247  
 Andersson 26  
 Andés 206, 210  
 Anfahrwirbel 141, 148  
 Angriffspunkt der Luftkraft 144  
 Angermund 338  
 Anilin 206  
 Anschlaggurt 224  
 Ansichtsfäche 91  
 Anstellwinkel 119, 142, 143, 249, 251, 252, 253, 254, 255, 259  
 Anstiegswinkel 92  
 Anthrazenöl 191  
 Antichlor 199  
 Antimon 186, 187  
 Antimonwasserstoff 197  
 Antipassat 326  
 Apollonisches Berührungsproblem 92  
 A-Prüfung 337  
 Äquatoriale Luftmassen 324  
 Äquatorständige Projektion 74  
 Arbeitsschutzmuseum 195, 205  
 Archangelsk 354  
 Archäologie 62  
 Archäopteryx 215  
 Archimedesisches Prinzip 110  
 Arendt-Dovermer 180, 183, 192  
 Argon 182  
 Arktis 352, 354  
 Arktische Luft 301  
 Arktische Luftmassen 324  
 Arktisexpedition 48, 56  
 Arktisforschung 20  
 Arsenwasserstoff 197, 208  
 Aschegehalt 191  
 Asien 56, 301  
 Astronomische Ortsbestimmung 79  
 Atemfiltergeräte 199  
 Aterna-Legierung 187  
 Athabaska 354  
 Athan 207  
 Äther 201  
 Äthylalkohol 193, 207  
 Äthyläther 201



- Äthylen 193  
 Atlantik 326  
 Atmung 181, 194, 196,  
 Aufgleitfront 302  
 Aufklärer 348  
 Aufladung 180, 347  
 Aufriß 98, 99  
 Aufschlagzünder 172  
 Auftrieb 112, 118, 119, 142,  
 263, 347  
 Auftriebsbeizahl 91  
 Auftriebsgesetz 91  
 Auftriebskomponente 253  
 Auftriebskurve 257  
 Auftriebswaage 257  
 Aufwind 124, 296, 330  
 Aufwindgeschwindigkeit 334  
 Aufwindkamin 333  
 Aufwindstraßen 340  
 Augenbeobachtungen 303, 304  
 Augenreizstoffe 165, 207  
 Ausgangspunkt 93, 98  
 Ausblick 305  
 Ausdruckschaß 236  
 Ausländische Luftverkehrsge-  
 sellschaften 350  
 Auspuffgase 182, 189, 196,  
 197  
 Ausschidungsfliegen 345  
 Ausschwächerverfahren 52  
 Außeninstitut der Technischen  
 Hochschule Berlin 347  
 Äußere Orientierung 96, 97  
 Ausstrahlung 326  
 Australien 351, 352  
 Autogiroflugzeug 215  
 Autopilot 217  
 Autoschleppstart 124  
 Autowindenstart 124  
 „Aviation“ 103  
 „Aviation Guide“ 103  
 Äthylen 181  
 Äthylchlorid 209  
 Äthylsilber 210  
 Äoren 326, 352,  
 Äorenhoch 301  
  
 Bacumler 355, 356  
 Bährdt 189  
 Bailleur-Herbert-Reise-  
 mann 191, 200, 210  
 Balbo 43  
 Balkan 319, 323, 326  
 Ballon 241, 329  
 Ballonführer 341  
 Ballonsperre 166  
 Barentsmeer 326  
 Barisches Windgesetz 296  
 Baritwasser 196  
 Bariumperoxyd 204  
 Barometer 156, 331  
 Basset 168  
 Bastein 244  
 Bauerntum 60  
 Baumann XIV, 347  
 Bauplan 243, 246  
 Bauprüfer des DLV. 5  
 Baustoffprobleme 347  
 Bautechnischer Verwaltungsdienst 289  
 Bauteile 349  
 Bauthorie 244  
 Bautypen der Flugzeuge 23  
 Bauverwaltung 289  
 Bauweise 347  
 Bauwesen 58  
 Beamtenlaufbahnen 289  
 Bebauungsformen 316  
 Becker, H. 102  
 Behm 157  
 Behördlicher Luftschutz 276  
 Beihilfen 83, 272  
 Beinhorn 26  
 Belgien 319, 351, 352  
 Belzig 45  
 Benz 19  
 Benze 356  
 Benzin 188, 190, 192, 206,  
 207  
 Benzineinspritzung 348  
 Benzol 191, 192, 206  
 Benzoylchlorid 209  
 Beobachter 276, 291, 341  
 Bergius 190  
 Bergkrankheit 219  
 Beringsee 57  
 Berka 344  
 Berlin 303, 304, 328, 329, 344,  
 346, 350, 351  
 Berliner 201  
 Berliner Bezirksverein Deut-  
 scher Ingenieure 347  
 Berliner Lehrerfortbildung 346  
 Berliner Schulen 345  
 Berliner Wetterdienststelle 318  
 Bernoulli 131  
 Bernoullische Gleichung 130,  
 132, 133, 141, 249, 250, 251  
 Bertram 26, 42  
 Berufe in der Luftfahrt 287  
 Berufsberater 348  
 Berufsschule 272, 273, 274,  
 305, 343, 346  
 Berufsschulpflicht 307  
 Berufsschulwesen 306  
 Berufssprache 27  
 Berufswahl 291  
 Beschleunigung 161  
 Beschleunigungen im Kurven-  
 flug 227  
 v. Beschwich 202  
 Besetzungsfaktor 80  
 Besichtigungen 23  
 Besiedlung 314  
 Bessanppapier 246  
 Beton 173  
 Betriebssicherheit 85  
 Betriebsstoffverbrauch 90  
 Bevölkerungsdichte 316  
 Bevölkerungsglehre 356  
 Bewegungsenergie 133  
 Bewölkung 317  
 Bewölkungsgebiete 302  
 Bezirksarbeitsgemeinschaften  
 345  
 Bezugssche 97  
 Biarritz 323  
 Bildebene 93, 98  
 Bildhorizont 97  
 Bildpersonal 291  
 Bildstrecke 54  
 Bildweite 97  
 Bimalkies 174  
 Binauralprinzip 177  
 Binding 27  
 Binokularer Schaft 225  
 Biologie 356  
 Biologieunterricht 213  
 Biologische Geographie 314  
 Biologische Kausalität 313  
 Blankenburg-Dreyer 188,  
 210  
 Blasangriff 167  
 Blasenstrauch 215  
 Blasantang 215  
 Blasenthermik 332  
 Blaukreuz 66, 165, 166, 203,  
 207, 209, 229  
 Blausäure 197, 199  
 Blei 187  
 Bleipapierprobe 198  
 Blei 34, 102  
 Blindflug 158, 332  
 Blisgefah 354  
 Blüh-Stark 201, 210

Blum=Virath 102  
 Blutdruck 220  
 Blutkörperchen 219  
 Blutleere der Rehhaut 227  
 Bö 297  
 Bodenabkühlung 326  
 Bodenbedeckung 314  
 Bodenbeobachtungen 304  
 Bodengerät 291  
 Bodeninversion 295  
 Bodennutzung 57  
 Bodenorganisation 82, 285  
 Bodenschaf 41  
 „Bodensee“ 31  
 Bodenstationen 303  
 Bodenstellen 293  
 Bodenüberhitzung 326  
 Bodenwärme 331  
 Bodenwert 57  
 Boeing „247D“ 81  
 Bockste 18, 33  
 Böenfront 302  
 Bogengänge 222  
 Bohm 344  
 Bösigkeit 296  
 Bombenabwurf 169, 171  
 Bombenflugzeug 65, 170  
 Bombenform 173  
 Bombengröße 9  
 Bombenwirkung 172  
 Bomber 348  
 Bootpersonal 291  
 Bora 296  
 Borax 206  
 Bordfunke 291  
 Bordmechaniker 291  
 Borowicz 281  
 Bor säure 206  
 B-Prüfung 337, 346  
 Braclik 46  
 Brand 25, 38  
 Brandbombe 204, 209, 228  
 Brandmeister 290  
 Brandschuß 280  
 Brandwache 278  
 Braun XIV, 17, 284  
 Braunkohlenteerzeugnisse  
 193  
 „Bremen“ 20, 88, 161, 162  
 Bremsweg 227  
 Brennsprit 184  
 Breslau 304, 328, 329  
 Breuer 102  
 Briefpost 85  
 Briefwaage 113, 119

Brille 225  
 Brisanz 210  
 Brom 197, 201  
 Bromazeton 208  
 Brombenzylcyanid 208  
 Brommethyläthylketon 208  
 Brownsche Bewegung 174,  
 175, 203  
 Brückenraumglas 51  
 Bruggmann 348  
 Brütting 25, 26, 35  
 Bruzon 233  
 Buchhalter 291  
 Büchsenmacher 290  
 „Bulletin de Renseignements“  
 103  
 v. Bülow 9, 23, 34  
 Bumerang 215  
 Bunsenbrenner 130  
 Bürgerturn 60  
 Bürobienst 290  
 Bürohilfskräfte 291  
 Büscher 197, 210  
 Buschmann 347  
 v. Buttlar 40  
 Byrd 45  
 Caiffonkrankheit 218  
 Carvassept 282  
 Celsius 319  
 Cevennen 296  
 Charakter 311  
 Charakterbildung 17  
 Chemieunterricht 179  
 „Chemiker-Kalender“ 204  
 Chemische Bindung 199  
 Chemische Kampfstoffe 207  
 Chemischer Krieg 198  
 Chemisch-Technische Reichsan-  
 stalt 173  
 Chemisorption 175  
 China 21  
 Chitin 217  
 Chlor 167, 197, 201  
 Chlorazetophenon 165, 208,  
 209  
 Chlorgas 199  
 Chloralkali 229  
 Chloroform 207  
 Chlorpikrin 167, 208  
 Chlorsulfonsäure 202  
 Chlorwasserstoff 199  
 Chlorfen 186, 187, 210  
 Christiansen 19, 43, 341  
 Chromnickelstahl 187

Clar I 66, 208, 209  
 Clar II 66, 166, 208  
 Clop 66  
 Cobham 232  
 Colman 39  
 Condor-Syndikat 89  
 C-Prüfung 337, 346  
 Daedalus 213  
 Daimler 19  
 Dampfstrahlgebläse 130  
 Dämpfungsf lächen 108  
 Dänemark 354  
 Danzig 329, 355  
 Darmstadt 7, 329  
 Darstellende Geometrie 93,  
 96, 100  
 „Datsch“ 115, 137, 181, 188,  
 210, 232, 246  
 „Datsch-Lehrmitteldienst“ 123,  
 163  
 Davoser Frigorimeter 327  
 Darwin 330  
 Debye 175  
 Defensivkampfstoffe 167  
 Degosang 169, 170, 171  
 v. Delius 355  
 Deltametall 187  
 Derriswurzel 193  
 Derfin-Liedt 205, 210  
 Desinfektion 282  
 Dessauer 355  
 Deutsche Akademie 357  
 Deutsche Akademie für Luft-  
 fahrtforschung 348  
 Deutsche Arbeitsfront (DAF.)  
 306  
 „Die Deutsche Höhere Schule“  
 356  
 Deutsche Luftgeltung 23  
 Deutsche Luft Hansa 20, 65, 81,  
 82, 83, 85, 88, 286, 350,  
 351, 352  
 „Deutsche Luftwacht“ 164,  
 339, 352  
 Deutsche Meteorologische Ge-  
 sellschaft 329  
 Deutscher Ausschuß für tech-  
 nisches Schulwesen siehe  
 „Datsch“  
 Deutsche Reichsbahn 273  
 Deutscher Luftfahrt-Verband 1  
 Deutscher Luftsport-Verband  
 (DLV.) jetzt: National-  
 sozialistisches Fliegerkorps

- (M.G.R.) 1, 2, 4, 7, 8, 23, 245, 270, 271, 272, 285, 337, 338, 340, 342, 343, 347  
 „Deutsche Rundschau“ 355  
 „Die Deutsche Schule“ 356  
 Deutsche Seewarte 78  
 Deutsches Erziehungsideal 307  
 Deutsches Forschungsinstitut für Segelflug 7  
 „Deutsches Meteorologisches Jahrbuch“ 329  
 Deutsches Reich 22, 305, 314, 315, 316  
 Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt 102, 164, 288, 346  
 „Deutsche Volkserziehung“ 233  
 „Deutsche Wirtschaftskunde“ 188  
 „Deutsche Wissenschaft, Erziehung und Unterricht“ 99  
 Deutschkunde 356  
 Deutschunterricht 17, 357  
 Diagnose 293  
 Diatomit 174, 200  
 Dichlordiäthylsulfid 208  
 Dick 208  
 Dienstpflicht 314  
 Dienstzeit 289  
 Diesel 355  
 Dieselmotor 150, 189, 190, 192, 193  
 Dietrich-Eckart-Bühne 311  
 Differentialrechnung 90, 91  
 Diphenylamin 210  
 Diphenylcyanarsin 166  
 Dispersion 174, 202  
 Distanz 93, 98  
 Dittmar 26  
 Doernfeldt 46  
 Dolch 191, 192, 210  
 Doppelbecker 147, 265, 266  
 Doppelverhältnis 94, 96  
 Dorffiedlung 57, 60  
 Dorner 102, 170  
 Dornier 110, 235  
 Dornier „DO K“ 81  
 Dornier „DO X“ 19, 81, 109  
 Dornier „Wal“ 65, 81  
 Dorno 327  
 Douglas Airliner „DC 2“ 81  
 Douhet 9, 35  
 Douhetismus 9  
 Drachen 117, 118, 124, 329  
 Drachenauffstieg 304  
 Drachenbau 242  
 Drachenflieger 214  
 Drachenflug 215  
 Drachensperre 167  
 „Dräger-Hefte“ 181, 212  
 Dräger 181, 195  
 „Dräger-Gaschutz im Luftschutz“ 202, 210  
 Drainage 57  
 Drehklang 176  
 Drehmoment 123, 154  
 Drehzahlmesser 159  
 Drehzahlsteigerung 347  
 Dreikomponentenwaage 144, 145  
 Dresden 319, 324, 326, 329  
 Drucker 291  
 Druckgefälle 129, 296  
 Druckgesetz 90  
 Druckhydrierung 190  
 Druckkraft 112, 117  
 Druckmittelpunkt 144, 145, 252  
 Druckpunkt 252  
 Druckpunktfeste Profile 144  
 Druckpunktswanderung 249, 252  
 Druckrelief 317  
 Druckschwankungen 129  
 Drucksinus 223, 224  
 Druckverteilung 146  
 Dryobalanops 215  
 Duralumin 184, 186  
 Durchführungsverordnungen zum Luftschutzesetz 312  
 Durchlüftungsverfahren 184  
 Dürreperiode 302  
 Düse 132  
 Düsseldorf 351  
 Dynamische Druckgebilde 295  
 Dynamischer Lufttrieb 109, 110, 141, 151  
 Dynamometer 111  
 Echolot 157  
 Echterdingen 19  
 Eck 139, 163  
 Eckener 31, 330  
 Edmonton 354  
 Eggebrecht 178  
 Eggert 201  
 Egli-Rüst 203  
 Egsterinbildung 327  
 Eiffel 112, 113, 126, 143  
 Eiffelturm 112  
 Eigengeschwindigkeit 67  
 Eigenwirtschaftlichkeit 82  
 Einbruchsfront 302  
 Eindringungstiefe 166, 172, 173  
 Einfacher mittlerer Dienst 290  
 Einstellspritze 205  
 Einstrahlung 326  
 Einzelarbeit 340  
 Eisen 187  
 Eisenbeton 173  
 Eisenoxyd 204  
 Elektrifer 290, 291  
 Elektrische Leitfähigkeit 326  
 Elektrisches Potentialgefälle 326  
 Elektrizitätslehre 104  
 Elektroinstallateur 290  
 Elektromechaniker 290  
 Elektromonteur 290  
 Elektron 184, 186, 204  
 Elektronenstrom 327  
 Elektrostatik 105  
 Elektrotechniker 290  
 Elliptische Abnahme des Auftriebs 260  
 Endklappen 148  
 Energiebegriff 125  
 Energieberechnung 162  
 Energiebetrachtungen 125  
 Energiebilanz 347  
 Energiegesetz 125  
 England 316, 351, 352, 354  
 Entgiftungsstrupp 283  
 Entwarnung 279  
 Entzerrung 96, 98  
 Entzerrungsgeräte 50  
 Entzerrungskonstruktionen 100  
 Entzerrungspraxis 101  
 Eosin 200  
 Erdkunde 312, 313, 355, 356  
 Erdöl 188, 190  
 Erdöldestillate 190  
 Erdrotation 295  
 Erste Hilfe 282, 309  
 Ertragsvermögen von Höfen 219  
 Erträglichkeitsgrenze 165  
 Erweiterter Selbstschutz 278, 312  
 Erythembildung 327  
 Erziehung des Nachwuchses 305  
 Erziehungsschulen 305

- Essen 351  
 Effig 206  
 Etrich 26  
 v. Eßdorf 38  
 Eucken=Suhrmann 185  
 Eurasia 89  
 Euringer 27, 44  
 Europa 314  
 „Europa“ 20, 88, 161, 162  
 Europafarte 303, 323  
 Europarundflug 347  
 Europling 347  
 Ewald XIV, 47, 348  
 Explosion 189  
 Explosionsdruck 173  
 Explosionsgase 197  
 Explosivbomben 228  
 Explosivstoffe 209  
 Exponentialhorchapparate 177,  
 178  
 Extremwertberechnung 70, 91  
  
 Facharbeit 306  
 Fachausdrücke 349  
 Fachprüfungen 288  
 Fachschuldienst 289  
 Fachschulen 305, 313  
 Fachschule der Wehrmacht 289  
 Fachschulunterricht 105  
 Fachschulwesen 306  
 Fachwissen 306  
 Fadenpeitsche 259, 267  
 Fadensonde 116, 118, 121, 137,  
 260  
 Fahrgeschwindigkeit 132  
 Fahrgestell 347  
 Fahrtmesser 133, 157, 160  
 Fajans=Wüst 185  
 Falck=Kettkar 206, 210  
 Fallgeschwindigkeit 334  
 Fallschirm 134, 136, 137, 227  
 Fallschirmprinzip 215  
 Farbensehen 226  
 Farman 109  
 Faszien 224  
 Federwaage 111, 261  
 Federwolken 300  
 Fehlerberechnungen 100  
 Feinhöhenmesser 160  
 Feinmechaniker 290, 291  
 Felsformation 56  
 Ferner Dfen 22, 89  
 Fernschreiber 329  
 Fesselballon 181  
 Fesselballonaufstiege 304  
  
 Festigkeitsprobleme 347  
 Festlandsluft 319  
 Feuchter 23, 45  
 Feuchter=Schulz 45  
 Feuchtigkeit 171, 324, 327,  
 328, 329  
 Feuerlöscher 280  
 Feuerlöschübungen 15  
 Feuerlöschung 205  
 Feuerschuh 205  
 Feuerschuttmittel 205, 206  
 Feuerschuttmuseum 205  
 Feuerwehr 205, 277  
 Feuerwehrtrupp 276  
 Feuerwerker 288  
 Fichte 215  
 Film 285  
 Filterschicht 174  
 Finnland 326  
 Fischer 190  
 Fischer von Poturzyn 39  
 Fitzmaurice 19, 43  
 Flächenbelastung 110  
 Flächenresonanz 217  
 Flachrumpf 243  
 Flachsbart 113  
 Flak 168, 293, 310  
 Flakartillerie 288  
 Flakbatterien 30  
 Flatterflieger 216  
 Fledermaus 216  
 Fliegen 122  
 Fliegende Fische 215  
 Fliegende Nation 33  
 Fliegen vor der Gewitterfront  
 335  
 Fliegerbeobachter 28  
 Fliegerbildwesen 289  
 Fliegerbombe 241  
 Fliegerbücher 24  
 Fliegerche 28  
 Fliegererlebnis 24  
 Fliegergeist 238  
 Fliegerhandkammer 49  
 Fliegerhorst 290  
 Fliegerhorstfeuerwehr 290  
 Fliegerische Bevölkerung 288  
 Fliegerkammern 49  
 Fliegerliteratur 25, 33  
 Fliegerortung 316  
 Fliegerpersönlichkeit 24  
 Fliegerschulen 329  
 Fliegersonderbekleidung 221  
 Fliegersprache 27, 235  
 Fliegerstaffeln 29  
  
 Fliegertum 17  
 Fliehkraftpendel 159  
 „Flight“ 103  
 Flossen 122, 123, 153  
 Fluchtpunkt 97, 99  
 „Flug“ 103  
 Flugabwehr 91, 168, 308, 317  
 Flugansicht 93  
 Flugauführer 288  
 Flugbaumeisterprüfung 288  
 Flugberatung 303  
 Flugberater 215  
 Flugbildpersonal 288  
 Flugbauer 70  
 Flugeinheit 242  
 Flügel 118  
 Flügelrädchen 137  
 Fluggeschwindigkeit 67  
 Fluggewicht 110  
 Flughafenleitung 329  
 Flughörnchen 215  
 „Flugkapitän“ 103  
 Flugkrankheit 226  
 Fluglage 347  
 Fluglehrer 271, 328  
 Flugmeldedienst 276, 283, 312  
 Flugmodellbau 238  
 Flugmotor 347  
 Flugphysik 344, 346, 347  
 Flugphysikalische Arbeitsge-  
 meinschaft 125, 126  
 Flugplan 65, 82  
 Flugplätze 284, 285  
 Flugficherung 285, 328  
 Flugficherungsdiensft 290  
 Flugficherungskabel 329  
 Flugficherungswesen 289  
 Flugtechnik 349  
 Flugunfälle 86  
 Flugwetterdienst 323  
 Flugwissenschaftliche Arbeits-  
 gemeinschaft 5, 248, 344  
 Flugzeug 108, 241  
 Flugzeugführer 288, 291, 341  
 Flugzeugfunkpersonal 288  
 Flugzeuggewicht 152  
 Flugzeughandwerker 273  
 Flugzeuginstrumente 156  
 Flugzeugkatapult 159  
 Flugzeugmechaniker 290  
 Flugzeugnavigation 71  
 Flugzeugortung 167  
 Flugzeugpersonal 288  
 Flugzeugschall 176  
 Flugzeugschlepp 336

- Flugzeugschleppstart 124  
 Flugzeugschlosser 290  
 Flugzeugtypen 285  
 Flugzeugwesen 289  
 Flugzustände 123, 154  
 Fluraufteilung 60  
 Flury=Bernik 197, 207, 210  
 Flüssige Luft 220  
 Flüssigkeitsdrucklöcher 205  
 Flüssigkeitsströmung 105, 128  
 Flüssigkeits 223  
 Föhn 326  
 „Fokker Bulletin“ 103  
 Fokker „F XX“ 65, 81  
 Fokker „F 32“ 81  
 Folkers=Fischer v. Potur= 379 36  
 Fön 113, 118, 133  
 Forler 180  
 Forschungsstelle für langfristige Witterungsvorhersage 324  
 „Forschung tut not“ 184, 190, 193  
 Fracht 87  
 Fraktionierte Destillation 188  
 Fränkel 207  
 Frankfurt 87, 304, 328, 350  
 Frankreich 21, 29, 310, 316, 351  
 Franz-Joseph-Land 56  
 Freiballon 181  
 Freiflüge 286  
 Freihandversuche 107, 116  
 Freistrahlen 127  
 Fremdsprachliche Lesestoffe 231  
 Fremdsprachlicher Unterricht 230  
 Fremdsprachliche Übungsstücke 231  
 Fremdsprachliche Zeitungen und Zeitschriften 233  
 Freyer 330  
 Fried 305  
 Fricke 102, 104, 108, 113, 116, 139, 252  
 Friedrichshafen 304, 329, 352  
 Frigorimeter 327  
 Frischluftversorgung 196  
 Frontengewitter 332, 334  
 Frontensegeln 332  
 Frostschutzmittel 184, 193  
 Fuchs 35, 348  
 Fuchsin 165  
 Füllgase 181
- Funkanlage 293  
 Funkdienst 285  
 Funkpeilung 75, 79  
 Funktionsbegriff 94
- Gabunplatten 240  
 Galvanostegie 197  
 Gandenberger von Moisy 15, 309  
 Ganghöhe 92  
 Garz 37  
 Gasanalyse 182  
 Gasanfall 197  
 Gasbürette 196  
 Gasmaske 174, 197, 281  
 „Die Gasmaske“ 166, 175, 198, 212, 281  
 Gasöl 188, 193  
 „Gaschutz und Luftschutz“ 14, 166, 169, 178, 181, 194, 198, 212, 277  
 Gasspürdienst 197, 198  
 Gast 102  
 Gasturbine 149  
 Gauß 76  
 Geburtenrückgang 3, 4  
 Geest 56  
 Gefahrenmeldungen 304  
 Gehobener mittlerer Dienst 289  
 Gehörsinn 226  
 Geisler 188, 210  
 Geist 311  
 Geistig-sittliche Kausalität 313  
 Geländebegehung 53  
 Geländeebene 94  
 Geländestrecke 54  
 Gelbkreuz 66, 166, 207, 228, 229  
 Gelehrter 328  
 Gelenkbänder 224  
 Gelenklapseln 225  
 Gemeinschaftsarbeit 340  
 Gemeinschaftserziehung 25  
 Gemischaufbereitung 348  
 Generalstabskarten 312  
 Generatorengas 197  
 Gengler 45  
 Gentsch 247  
 „Geographischer Anzeiger“ 349, 352  
 Geographischer Unterricht 304  
 Geometrieunterricht 67  
 Geopolitik 313, 355, 356, 357  
 Georgii 164, 330
- Geradlinige Strömung 116  
 Geruchsprobe 197  
 Geruchstaschen 198, 208  
 Geruchsvermögen 198  
 Gesamtkosten des Luftverkehrs 82  
 Gesamtluftkraft 152  
 Gesamtwiderstandsfläche 81  
 Geschichte 313, 356  
 Geschichtsunterricht 17, 29  
 Geschwindigkeit 9  
 Geschwindigkeitsbegriff 67  
 Geschwindigkeitskreis 69  
 Geschwindigkeitsmesser 157  
 Geschwindigkeit über Grund 67, 69  
 Gesetz der deutschen Schule 305  
 Gesetz von der Erhaltung der Energie 131  
 Gesinnungsschulung 343  
 Gettwart 232, 246  
 Gewichte von Kampfstoffen 66  
 Gewitter 304, 317, 334  
 Gewitterfront 124  
 Gewitterwolken 300  
 Geyer VIII, XIV, 45, 287, 288  
 Gillert 181, 194  
 Gilmor 168  
 Gipfelhöhe 110, 155  
 Gitternecke 96, 97  
 Gleichberechtigung 32, 311  
 Gleichgewichtsorgan 222, 226  
 Gleitfliegerprüfung 271  
 Gleitflug 120, 123, 142, 153, 156, 215, 216, 254, 255, 334, 346  
 Gleitwinkel 120, 144, 254, 255  
 Gleitzahl 120, 144  
 Gletscherbildung 56  
 Glinz 190  
 Glykol 184, 193, 207  
 Glycerin 184, 193, 207  
 Gnomonische Projektion 73, 74  
 Goerzcher Richtungs Hörer 177, 178  
 Goldzyanlaugerei 197  
 Göring 1, 2, 12, 23, 29, 30, 36, 41, 308, 310, 311, 312, 338, 340, 341  
 Gosener Berge 345  
 Grabler 46  
 Grabe 26  
 Gradientkraft 295  
 Graf VII, VIII, XIV, 64

- Gräfer 37  
 „Graf Zeppelin“ 48, 56, 88, 89, 136  
 Graphit 175  
 Grauguß 188  
 Gravitationsgesetz 135  
 Grenzfläche 294  
 Grenzschicht 140, 148  
 Griesheim-Darmstadt 7  
 Grimme 11, 307  
 Grimsehl 170  
 Grimsehl-Lomaschel 139, 141  
 Grobhöhenmesser 160  
 Groenhoff 18, 38, 124  
 v. Gronau 19, 39, 42, 46  
 Grünland 57, 326, 354  
 Groß-Berliner Arbeitsgemein-  
 schaft 345  
 Großbritannien 21  
 Großhirn 220  
 Großkreis 71  
 Großkreuz 10  
 Großstädte 316  
 Grote 46  
 Gruenberg 355  
 Grunau (Riesengebirge) 7, 124, 331  
 Grundgesetz der Mechanik 125  
 Grundrechnungsarten 65  
 Grundriß 98  
 Grundrißfläche 91  
 Grünkreuz 66, 167, 207, 229  
 Gruppenbegriff 94  
 Guertler 184  
 Guldenspennig 46  
 Gummischußanzug 207  
 Gummiseilstart 124  
 Günther 106, 126, 341, 342  
 Gütererzeugung 306  
  
 Haanen 45, 46  
 Haas 346  
 Haase 357  
 Haase-Lampe 194  
 Haftpflicht 209  
 Haftungsausschlußerklärung  
 Hagenbach 46 [270  
 Hahn-Sch 180  
 Hai 214  
 Halle-Leipzig 350  
 Hamburg 304, 328, 329, 350, 351  
 „Hamburger Fremdenblatt“  
 307  
 Hamburger Seewarte 328  
 Hamm 348  
 Hämoglobin 218, 219, 228  
 Hampe 15, 197, 210, 309  
 Handarbeiter 328  
 Handel 304  
 Handley-Page 147  
 Handwerk 239, 306  
 Handwerklliche Berufe 290  
 Handwerklliche Tätigkeit 306  
 Handwerkzeug 245  
 Hangaufwind 296, 334, 335, 337  
 Hangseile 332  
 Hannover 350  
 Hanse 60  
 Handlian 15, 167, 198, 199, 202, 207, 210  
 Haufenwolken 300  
 Hauptbildpunkt 49  
 Haupt-Heydemarck 26, 36, 37, 40  
 Hauptpunkt 93, 98  
 Hauptschulverwaltung 346  
 Hauptvertikale 97  
 Hauschulz XIV, 104  
 Hauser 42  
 Hausfeuerwehr 276, 278, 280, 281, 309  
 Hausfeuerwehtrupp 278  
 Haushofer 357  
 Hautgifte 207  
 Hautsensibilität 224  
 Hecht 214  
 Heilwirkung 327  
 Heimatkunde 61  
 Heinkel 110  
 Heinkel-Blitz 126  
 Heinkel „12“ 161  
 Heinkel „Ho 70“ 20, 65, 81, 155  
 Heinkel „Ho 111“ 65, 81  
 Heinze 190  
 Heizwert 189  
 Helbig VII, XIV, 1, 15, 346, 347  
 Helium 181  
 Hefke 355  
 Hellbusch 347  
 Helmholtz 217  
 Henglein 188  
 Hennig 233, 357  
 Heß 356  
 Heßsche Höhenstrahlung 327  
 Hexamethylentetramin 200  
 Hilfsbeobachter 291  
 Hilfsschule 276  
 Himalaja-Expeditionen 219  
 Himmelschreiber 202  
 Hindenburg 239  
 „Hindenburg“ 86, 87, 352  
 Hindernisfeuer 182  
 Hinzmann 186, 211  
 Hirnblutdruck 227  
 Hirnblutleere 227  
 Hirtz 124, 334  
 „Historische Zeitschrift“ 313  
 Hitler, Führer und Reichs-  
 kanzler 1, 2, 11, 22, 23, 30, 31, 32, 33, 238, 302, 306, 308, 310, 311, 314, 337, 338, 341, 348  
 Hitlerjugend (H.J.) 4, 5, 12, 270, 275, 306, 307, 337, 340, 341, 342, 343, 344, 347  
 Hitzeperiode 302  
 Hochachse 123  
 Hochberg 45  
 Hochdecker 265  
 Hochdruck 300  
 Hochdruckgebiet 295, 317  
 Hochleistungsflugzeug 120  
 Hochleistungsmotor 347  
 Hochofenwerk 197  
 Hochschule 356  
 Hochschulen für Berufsaus-  
 bildung 306  
 Hochschulen für Lehrerbildung  
 5, 6  
 Hochschulinstitute für Leibes-  
 übungen 5, 7  
 Höchstgeschwindigkeit 65, 110  
 Hochstraßen der Luft 355  
 Höchstwert 90  
 Hofmann 175  
 Hofmann-Lemke 175  
 Hoffacker 27, 35  
 Höhenänderung der Strah-  
 lungen 221  
 Höhenatmungsgerät 220  
 Höhendorf 330  
 Höheneinfluß 218  
 Höherentragungsvermögen  
 221  
 Höhenflossen 108, 154  
 Höhenflugzeug 347  
 Höheninversion 295  
 Höhenkrankheit 219  
 Höhenlinie 53

- Höhenmesser 156  
 Höhenmotor 347  
 Höhenruder 152  
 Höhengreiber 156  
 Höhengwindel 226  
 Höhenwetterdienst 329  
 Höhenwind 293  
 Höhere Schule 306, 347, 356  
 Hohe Wolken 300  
 Holfelder 355  
 Holland 351  
 Holzkohle 200  
 Hopcalit 200  
 Horchgeräte 91, 167, 168, 176  
 Horchleistung 178  
 Horchübungen 283  
 Horizont 98  
 Horizontalprojektion 50  
 Hornberg 331  
 Horstente 247  
 Hubliß 27, 40  
 Hubschrauber 347  
 Hugershoff 51, 102  
 v. Hühnefeld 19, 43  
 Hünke 9, 15, 167, 168, 172, 176, 178, 202, 211  
 Hüttenwerk 197  
 Hydronalium 186  
 Hyperbel 92  
 Hyperbelpian 92  
 Hygrometer 331  
  
 Ideale Flüssigkeit 129, 131, 133, 138  
 Ikarus 213  
 Immelmann 18, 41  
 Immler 102  
 Imperial Airways 351  
 Indien 351  
 Indochina 351  
 Industrie 304, 330  
 Industriegaschuß 197, 198  
 Industriegifte 197  
 Industriezentren 316  
 Induzierter Widerstand 249, 260, 261, 265  
 Ingenieurkorps 288  
 Innenohrsäckchen 223  
 Innere Orientierung 96, 97  
 Innere Reibung 129  
 Inneres Ohr 222  
 Insektenflug 217  
 Inspektor 289  
 Instrumentalbeobachtungen 304  
  
 „Interavia“ 103  
 Internationale Lufttransport-Vereinigung (IATA) 20  
 Internationale Weltkarte 77  
 „Internationale Zeitschrift für Erziehung“ 355  
 Invar 188  
 Invarianz des Doppelverhältnisses 94, 95  
 Inversion 295, 332, 333  
 Ionenbeweglichkeit 327  
 Ionenzahl 327  
 Irisches Sonnenspektrum 327  
 Irmingier 113  
 Isobaren 302, 303, 317, 319, 333  
 Isothermie 294, 295  
 Isler-Dollfus 102  
 Italiaander 38, 45, 46  
 Italien 21, 351  
  
 Jakob 282  
 Jagdeinsitzer 29, 65  
 Jagdflieger 29, 168, 293  
 Jagdflugzeug 155, 266, 348  
 Jägerische Methode 182  
 Jahr des Jungvolks 306  
 Jansen-Verhold 102  
 Janken 314  
 Japan 21, 22, 352, 354  
 Japanpapier 246  
 Jodkaliumstärkpapier 198  
 Jodpentoxyd 200  
 Jugendberziehung 306  
 Jugendführer des Deutschen Reiches 306  
 Jungvolk 306  
 Junkers 110, 235  
 Junkers „Ju 52“ 20, 86, 108  
 Junkers „Ju 86“ 352  
 Junkers „Ju 160“ 65, 81, 109, 126, 148, 155  
 Justrow 170, 173  
  
 Radium 327  
 Rahlau VIII, XIV, 64, 99  
 „Kalender für das Gas- und Wasserfach“ 192, 210  
 Kalipipette 182, 196  
 Kaliumchlorat 202  
 Kaliumhydroxyd 196  
 Kaliumperchlorat 204  
 Kaliumpermanganat-Parasformverfahren 282  
 Kalstickstoff 197  
  
 Kalkwasser 196, 200  
 Kalorimeter 189  
 Kälteeinfluß großer Höhen 221  
 Kälterückfälle 302  
 Kältefront 302, 303  
 Kalkluft 324  
 Kalkflutsteinbruch 334, 335  
 Kameradschaft 17, 238, 339  
 Kampf 40  
 Kämpfertum 17  
 Kampfgeschwader Hindenburg 341  
 Kampfstoffbombe 209  
 Kampfstoffe 193, 228  
 Kanada 326, 354  
 Karisches Meer 57  
 Karlson 37, 124  
 Karmanische Wirbelstraße 139  
 Karte 71, 72  
 Kartenaufnahme 101  
 Karten des Reichswetterdienstes 324  
 Kartenkunde 67  
 Kartenprojektionen 72  
 Kartenverständnis 52  
 Kartenzeichen 96  
 Kast 204, 211  
 Katapult 20, 159, 347  
 Katapultstart 162, 227  
 Kauderer-Solleder-Mayer 329  
 Kaufleute 291  
 Kavaliereperspektive 93  
 Kegelprojektion 73, 75  
 Keller 192, 211  
 Kellergrundriß 99  
 Kesselstein 183  
 Ketone 208  
 Kette 242  
 „Kief in die Welt“ 243, 247, 285  
 Kittinger 45  
 Kimmtiefe 79, 80  
 Kindergarten 276  
 Kinetische Energie 125, 131  
 Kinetische Gastheorie 201, 203  
 Kinttof 196, 201, 208, 211  
 Kirschke 247  
 Kisse XIV, 105, 114, 248  
 Kistling 188, 192, 211  
 Kjellén-Haushofer 314  
 Kleidung 221  
 Kleinflugzeug 347  
 Kleinsiedlung 57

- Klemm 110  
 Klempner 291  
 Klimakreise 329  
 Klimatische Einwirkungen 314  
 Klimatische Fragen 317  
 Klimatologie 328  
 Klimawetterdienst 328  
 Klopffestigkeit 189, 191, 192, 193  
 Knackprozeß 193  
 Knauß 35, 102  
 Knieper 357  
 Knipfer 309  
 Knipfer-Burkhardt 14  
 Knipfer-Hampe 9, 174, 202, 205, 208, 211, 280  
 Knothe 15  
 Koenig-Warthausen 38  
 v. Koerber 45  
 Kohl-Larsen 43  
 Kohl-Läsen 351  
 Köhl 19, 31, 36, 37, 41, 42, 43  
 Kohlenbrynd 182, 196, 199, 201  
 Kohlenoxyd 182, 197, 198, 200, 228  
 Kohlenoxydhämoglobin 228  
 Kohlen säure 228  
 Kohlenwasserstoffe 188  
 Köhler XIV, 230  
 Köhler-Graf 102  
 Kolloide Verteilung 201  
 Köln 304, 328, 329, 351  
 Kolonialgeographie 313  
 Kolonialpolitisches Amt der NEDW. 352  
 Kompaß 71  
 Kompaßkunde 79  
 Kompaßkurs 68  
 Komponentenwaage 252, 259  
 Komposition 187  
 Kompressionsfestigkeit 189  
 Kompressionswärme 294  
 Kondensationsaufwind 337  
 Kondensationserscheinungen 298  
 Kondensationsthermik 336  
 Kondensationsthermikregeln 332, 336  
 Kongogebiet 352  
 Königsberg 304, 328, 329  
 Koninklijke Luchtvaart Maatschappij (KLM.) 350  
 Konstruktive Gestaltung 347  
 Konstruktives Zeichnen 243  
 Kontaktverfahren 203  
 Konvergenzlinien 302  
 Koordinatenkreuz 90  
 Köpenick 345  
 Koppesche Formeln 100  
 Korfes 188  
 Kôrholz 357  
 Korrosion 187, 188, 189  
 Korrosionsfestigkeit 186  
 Kosmische Strahlung 221  
 Kosten-Geschwindigkeits-Diagramm 81  
 Kothny 191  
 Krackgas 190  
 Krackkoks 190  
 Krackverfahren 190  
 Kraft 311  
 Kraftbegriff 67, 107  
 Kraftfahrpersonal 288  
 Kraftfahrwesen 289, 291  
 Kraftstoffe 188  
 Kraftwirkungsgefeß 162  
 Krause 187, 352  
 Krause-Spiher 211  
 Kredel 102  
 Kreiselmwirkung 154  
 Kreisförmige Platte 113  
 Kreisförmige Strömung in rotierender Wanne 116  
 Kriek 356  
 Kriegsflugzeugbau 348  
 Kriegsgerichtsbarkeit 289  
 Kriegsschulblüge 29  
 Krisenfestigkeit des Luftverkehrs 85  
 Kritischer Anstellwinkel 119, 121  
 Krowow 355  
 Kronfeld 124  
 Krüger 36  
 Kühlerflüssigkeit 193  
 Kühlung 347  
 Kulturelle Geographie 314  
 Kulturkunde 357  
 Kumulonimbuswolken 300  
 Kumuluskastellatuswolken 332  
 Kumuluswolken 124, 297, 300, 332  
 Kunstflug 156  
 Künstlicher Flugstützpunkt 20  
 Künstlicher Horizont 159  
 Kupfer 187  
 Kupfer-Ischloridpipette 182  
 Kupferoxyd 200  
 Kupfersulfatlösung 281  
 Kupferthermit 210  
 Kurrer 45  
 Kurrer 246  
 Kursteigung 69  
 Kurstabilität 154  
 Kurvenflug 124, 156  
 „Kylffhäuser“ 308  
 Lachmann 147  
 Lacmann 57  
 La Cour 113  
 „L'Aéronautique“ 103  
 „L'Aérophile“ 103  
 Lagenenergie 133  
 Lagerpersonal 291  
 Lagesinn 224  
 Laienbelfer 276, 278, 280  
 Lakehurst 87, 352  
 Lambert 76  
 Laminare Strömung 296  
 Landgeschwindigkeit 110, 227  
 Landeklappen 268  
 Landesverteidigung 308  
 Landgrenzen 314, 315  
 Landheimaufenthalt 285  
 Landschulheim 25  
 Landwind 296  
 Landwirtschaft 304, 330  
 Lange 188  
 Langemarck 33  
 Langfristige Witterungsvorhersage 324  
 Längsachse 123  
 v. Langsdorff 40, 45  
 Längsprofil 53  
 Langstreckenflüge 78  
 Lanwehr 280  
 Laufvögel 214  
 Leander 348  
 Lee 296  
 Leergewicht 110  
 Legehölzer 241  
 Lehmann 211  
 Lehmann, D. 45, 309  
 Lehrerfortbildung 346  
 Lehrfilm 137  
 Lehrmittel für den Unterricht in Wetterkunde 330  
 Lehrfähigkeit 291  
 Leichtmetalle 184, 347  
 Leichtöl 191



- Leistungen des deutschen Luftverkehrs 85  
 Leistungsbelastung 110, 155  
 Leistungsgeschwindigkeit 67  
 Leistungsmodellbauer 272  
 Leistungsprüfungen 337  
 Leistungssteigerung 306  
 Leitschauersysteme 127  
 Leitwerk 122, 123, 347  
 Lemke 175  
 Leuchtgas 181, 197  
 Leuchtrohrengase 182  
 Leuchtwerte 168  
 Leunawerke 193  
 Leusch 18  
 Lewisit 66, 166, 167, 208  
 Ley 306, 307  
 Lichtelektrische Zelle 327  
 Liftgefühl 224  
 Ligroin 190  
 Lilienthal 19, 25, 108, 111, 112, 141, 142, 143, 163, 213, 334  
 Lindenbergl 304, 329  
 Linde-Verfahren 182  
 „L'Indicateur Aérien“ 103  
 Lindner 205, 280  
 Linearzeichnen 243  
 Linienböden 296  
 Linkamp 348  
 Lionardo da Vinci 213  
 Lippe 342  
 Lippmann 247  
 List auf Sylt 7  
 Lochheed „Orion“ 81  
 Lochheed „Vega“ 81  
 Loezler 2, 338  
 Looping 223  
 Löpelmann 356  
 Lorenz 171  
 Lorenzische Formel 171  
 v. Löhl 18  
 Lost 66, 166, 167, 174, 208  
 Louis 102  
 Löwe 102, 163  
 Löwenjahn 215  
 Loxodrome 71, 73, 74, 75, 79  
 Luft 66, 180, 194  
 Luftabwehr 309  
 Luftangriff 65, 309  
 Luftanhäufung 295  
 Luftanströmung 295  
 Luftaufrüstung 21, 22  
 Luftballon 110, 166  
 Luftbedrohung 314  
 Luftbild 47, 49, 98, 101, 312  
 Luftbildmessung 93, 101  
 Luftbildplan 51, 52  
 Luftdichte 91, 126, 134, 149, 171  
 Luftdruck 107, 294, 295, 328, 329, 331  
 Luftdruckgebilde 295, 300  
 Luftdruckmäßige Analyse 300  
 Luftdrucksystem 296  
 Luftdruckverminderung 218  
 Luftdruckverteilung 317  
 Luftdruckwirkung 173  
 Luftelektrische Elemente 326, 327  
 Luftelektrische Leitfähigkeit 327  
 Luftelektrizität 326  
 Luftempfindlichkeit 13, 311, 314, 316  
 Lufterpresgut 85  
 Luftfahrterlaß V, 4, 5, 23, 65, 106, 107, 125, 230, 231, 238, 239, 240, 243, 244, 245, 270, 273, 284  
 Luftfahrerlehrgänge 5, 244, 270, 272, 274, 343, 346  
 „Luftfahrt — Luftschuß“ 309, 328, 347, 351  
 „Luftfahrt und Schule“ 9, 15, 103, 212, 234, 237, 246, 247, 280, 282, 341, 345, 346, 348  
 „Luftfahrt und Wissenschaft“ 181  
 Luftfahrtvorschaß 236  
 „Luftfahrzeugbau und Luftfahrt“ 103  
 Luftfeuchtigkeit 293, 294, 297, 331  
 Luftfracht 85  
 Luftgefährdung 308  
 Luftgeltung 230  
 Luftgeschwindigkeit 134  
 Luftkraft 120, 121, 123, 142, 145, 146, 151, 152, 259, 261  
 Luftkreuz Europas 20, 314  
 Luftkrieg 9, 309  
 Luftkühlung 150  
 Luftmasse 324  
 Luftmassen gemäßigter Breiten 324  
 Luftmassengrenzen 303  
 Luftmassenmäßige Analyse 300  
 Luftmassenquellpunkte 300  
 Luftmassenverteilung 326  
 Luftnachrichtentruppe 288, 291  
 Luftpolitik 21  
 Luftpolizei 285  
 Luftsäcke 216  
 „Luftschau“ 103  
 Luftschiff 27, 86, 110, 136, 181, 347  
 Luftschiffpersonal 291  
 Luftschraube 118, 151, 152  
 Luftschuß VI, 9, 10, 65, 165, 197, 293, 307, 317  
 „Die Luftschuß-Fibel“ 211  
 Luftschußgedanke 307  
 Luftschußgesetz VI, 11, 307, 308  
 Luftschußhauswart 278, 309  
 Luftschußlehrer 311  
 Luftschußliteratur 15  
 „Luftschußnachrichtenblatt“ 11  
 Luftschußobmann 12, 14, 15, 278, 307  
 Luftschußpflicht VI, 11  
 Luftschußsanitätsdienst 276  
 Luftschußübungen 275, 277  
 „Luftschuß und Schule“ 314, 342  
 Luftschußwarndienst 276  
 Luftsieger 30  
 Luftsport 337  
 Luftsportscharen 5  
 Luftsportscharen der D.S. 270, 341  
 Luftstraßen 355  
 Luftströmungen 319  
 Lufttemperatur 327, 329  
 Lufttrieb 267  
 Luftunruhe 296  
 Luftverkehr 327, 350  
 Luftverkehrsgesetz 270  
 Luftverkehrsakte von Deutschland 78  
 Luftverkehrsnetz 355  
 Luftverkehrsstraßen 350  
 „Luftwacht“ 103  
 Luftwaffe 287, 314  
 Luftwaffenbekleidungsamt 290  
 Luftwetterfliegen 310  
 Luftwiderstand 91, 105, 111, 114, 126, 133, 135, 147, 170, 347  
 Luftwiderstandskoeffizient 91  
 „Luftwissen“ 103  
 Luftzirkulation 296

Luftzusammensetzung 194  
 Lührs 173  
 Lüpke 184  
 Lunge 229  
 Lungenbläschen 229  
 Lungengifte 207  
 Lüscher 102  
 von der Luth 357  
 Lügkendorf 46  
 Luv 296

Maas 187, 211  
 Mache 192, 211  
 „Macht und Erde“ 357  
 Madagaskar 351  
 Magdeburg 328  
 „Magdeburgische Zeitung“ 352  
 Magnalium 184, 186  
 Magnesium 184, 185, 204  
 Magnus 141  
 Magnuseffekt 137, 140  
 Mahne 338  
 Maikäfer 215  
 Malina 34  
 Malina=Drlovius 45  
 Mangan 187  
 Mangandioxyd 200  
 Manganpermutit 184  
 Manometer 166  
 Marben 40  
 Märchen- und Sagenstoffe 23  
 Marsch 56  
 Marsische Arsenprobe 209  
 Maschinenbauer 290  
 Maschinenmeister 290  
 Maschinenschlosser 290  
 Maßstab 50, 53, 99  
 Maßstabsbestimmung 54  
 Maßstabzeichnen 243  
 Materialschlacht 18  
 Mathematikunterricht 64  
 Matthias 34  
 Maul 357  
 Maximalprinzip 176  
 Mechanische Kausalität 313  
 Mechanik 125, 126  
 Meeresluft 319  
 Meinicke 313  
 Meinshausen=Fliegen 345  
 Meister 290  
 Melbourne 352  
 Meldegänger 276  
 Melder 278  
 Melioration 57  
 Menschenflug 213

Mercatorkarte 73, 76  
 Mercatorprojektion 73  
 Merkblatt für das Luftfahrt-  
 ingenieurstudium 288  
 Merkle 348  
 Mertens 45  
 Metallographie 185  
 Metallschliff 186  
 Meteorologie 57, 167  
 Meteorologische Beratung 317  
 Meteorologische Elemente 294,  
 300  
 Methan 182, 207  
 Methyalkohol 184, 193  
 Methylochlorid 207  
 Methyldichlorarsin 208  
 Methylenblau 200  
 Meß 206  
 Meßner VIII, XIV, 99, 305,  
 356  
 v. Meßsch 355  
 Meyer 195, 208, 211, 281  
 Meyer, F. 208  
 Meyer, W. 351  
 Meyer=Sellien=Voro=  
 wick 12, 14, 211, 281, 308,  
 314  
 Mielenz 174, 208  
 Mikromanometer 121, 249,  
 259  
 Milch 2  
 Milchzucker 202  
 Militärischer Luftschutz 309  
 Militärluftfahrt 238, 328  
 Millibar 319  
 Minenbombe 172  
 Mischungsnebel 298  
 v. Mises 102, 110, 131, 135,  
 136, 144, 146, 149, 150,  
 152, 163, 269  
 Mistkäfer 215  
 Mistral 296  
 „Mitteilungen des Vereins der  
 Geographen an der Univer-  
 sität Leipzig“ 301  
 Mitteldeutsches Braunkohlen-  
 revier 316  
 Mitteleuropa 326  
 Mittelgebirge 316  
 Mittelhohe Wolken 300  
 Mittelholzer 56  
 Mittelmeer 296, 326  
 Mittelöl 191  
 „Die Mittelschule“ 357  
 Moazagott 335

Möbius 241, 243, 246, 247  
 Modellbau 5, 6, 23, 239, 243,  
 245, 345  
 Modellbauausstellungen 285  
 Modellbaugruppen 345  
 Modellbaulehrer 245, 272, 343  
 Modellbauscharen der D. S. 5  
 Modellbauunterricht 343  
 Modellflugwesen 345  
 Modellflugzeugbau 248  
 Modellkörper 112  
 Modellwettbewerbe 285  
 Moldenhauer 182, 183, 195  
 Möller 45, 211, 348  
 Momentzahl 145  
 „Monatschrift für höhere  
 Schulen“ 10, 179  
 Montreal 352  
 Morphologie 312  
 Motorenöl 190  
 Motorenschlosser 290  
 Motorflug 253  
 Motorfondor 339  
 Motorleistung 110, 149  
 Motorschleppflugzeug 340  
 Motorsegler 339, 340  
 Motorverkleidung 347  
 Moskau 303  
 Mor=Bremer=Säge 204  
 Rückenarten 215  
 Müller XIV, 113, 139, 202,  
 208, 211, 238, 246, 247, 347  
 Müller, F. C. G. 134  
 Müller, H. 208  
 Müller=Loebnitz 348  
 Müllerscher Reifenapparat 135  
 München 304, 328, 329  
 Munitionsdienst 289  
 Münster 329  
 Musiker 288  
 Muskelkraftflug 213, 217  
 Muskelkraftflugzeug 347  
 Muskeln 224, 225  
 Muskelsinn 224  
 Musterwerkstätten 284

N. A. C. A.=Haube 109  
 Nachkriegszeit 30  
 „Nachrichten für Luftfahrer“  
 103  
 Nachrichtenpersonal 291  
 Nachrichtenwesen 289, 291  
 Nachtbomber 348  
 Nachtflug 158  
 Nachwort 305

- Nachwuchs 3  
 Nabaub 233  
 Nagurski 354  
 „Nalfag=Lafeln“ 195  
 Narkose 220  
 Narkotische Wirkung 207  
 Nasenreizstoffe 207  
 Nationalpolitische Formung V  
 Nationalsozialistische Deutsche  
 Arbeiterpartei (NSDAP.)  
 307, 341, 352  
 Nationalsozialistische Kriegs=  
 opferverforgung (NSKWB.)  
 338  
 Nationalsozialistischer Lehrer=  
 bund (NSLB.) 12, 106, 126,  
 307, 342, 343, 356  
 Nationalsozialistischer Stu=  
 dentenbund 338  
 „Nationalsozialistisches Bil=  
 dungswesen“ 356  
 Nationalsozialistisches Flie=  
 gerkorps (NSFK.) 341 (vgl.  
 Deutscher Luftsportverband)  
 Nationalsozialistisches Kraft=  
 fahrkorps (NSKK.) 341  
 Nationalsozialistische Staats=  
 und Weltanschauung 357  
 Nationalsozialistische Volks=  
 wohlfahrt (NSV.) 211  
 Natrium 203  
 Natronfalk 196  
 „Naturwissenschaften“ 329,  
 355  
 Navigation 71  
 Nebel 201, 298, 304, 317  
 Nebelbildung 295, 298  
 Nebelsäure 202  
 Nentwig 36  
 Neon 182  
 Netzflügler 214  
 Netzmethode 96  
 Neulandgewinnung 61  
 Neumann 40, 188  
 Nichteisennetalle 184  
 Nichttechnische Beamte 289  
 Nickel 187  
 Niederländisch=Indien 352  
 Niederschlag 298  
 Niederschlagsgebiete 302, 303  
 Niederschlagswolken 300  
 Niese=Kröckel 181, 211  
 Nikotin 193  
 Nimbostratuswolken 300  
 Nimbus 332  
 Luftfahrt, Luftschuß  
 Nitriersäure 192  
 Nitrobenzol 192, 206  
 Nordafrika 326  
 Nordamerika 301  
 Nordasien 354  
 Nordatlantik 87  
 Nordatlantikdienst 88  
 Norddeutscher Lloyd 88  
 Nordlandinsel 57  
 Nordpolarmeer 354  
 Nordrußland 326  
 „Nordstern“ 31  
 Normalgeschuß 170  
 Norske Svalbard og Ishavs  
 Undersögelser 57  
 Nowaja=Semlja 326, 354  
 Norwegen 354  
 Noth 164  
 Nürnberg 351  
 Nürnberger Parteitag 306  
 Oasenflug-Wettbewerb 352  
 Oberflächenensibilität 224  
 Oberinspektor 289  
 Objektebene 94  
 Objektiv 97  
 Objektivhöhe 97  
 Oelhschneider 18  
 Offensivkampfstoffe 167  
 Offermann 18  
 Offiziere 288  
 Ohmann 189, 203  
 Okklusion 303  
 Olnotor 348  
 Olszewski 184, 211  
 Olympiade 338  
 Optiker 291  
 Optische Ortung 168  
 Optischer Sinn 222, 224, 225  
 Ordner 278  
 Organische Industriegifte 206  
 Ordinghausen (Lippe) 7  
 Orlovius 46, 348  
 Orthodrome 73, 75, 76, 79  
 Orthogonaler Grundriß 99  
 Ostgrenze 315  
 Ostindien 351  
 Ostpreußen 315, 323  
 Ost=Rassow 181, 183, 188,  
 190, 211  
 Oswald 102  
 Paarmann 183, 187, 211  
 Pahl 45, 188, 211, 233, 352,  
 355  
 Papierstreifenmethode 55, 95  
 Paquet 44  
 Parabeln des induzierten Wi=  
 derstandes 264  
 Paraffine 207  
 Paraffindl 189, 193  
 Parallelogramm der Geschwin=  
 digkeiten 67  
 Parallelogramm der Kräfte  
 67, 107, 118, 124  
 Paris 303  
 Pariser Begriffsbestimmun=  
 gen I  
 „Parteiverordnungsbblatt“ 356  
 Passiver Luftschuß 310  
 Pauly 347  
 Peilbienst 290  
 Peilrahmen 159  
 Peilung 72  
 Penbel 133  
 Peres 172, 173  
 Peres=Lischer 173  
 Perihel 331  
 Periodisches System der Ele=  
 mente 208  
 Permutit 184  
 Persien 56  
 Perspektive 93, 97, 98, 99, 100  
 Perspektive Verwandtschaft 98  
 Perstoff 66, 167, 208, 209  
 Peterfen 349, 350  
 Petroleum 188  
 Pezold XIV, 179  
 Pezold=Scharf 174, 182,  
 192, 196, 201, 206, 208, 211  
 Peuplierungspolitik 60, 62  
 Pfeiffer 45  
 Pfeilform 265  
 Pfister II2, 136, 144, 163,  
 269  
 Pfister=Vorger 147, 163,  
 266  
 Pflanzenschutz 202  
 Pflanzenschutzmittel 193  
 Phenolphthaleinpapier 198  
 Philipp 113  
 Phosgen 66, 167, 200, 208,  
 209, 229  
 Phosphor 203  
 Phosphorbombe 281  
 Phosphorpentoxyd 202, 203  
 Phosphorpipette 182, 195  
 Phosphorsäure 206  
 Phosphorwasserstoff 197  
 Photogrammetrie 101

- Photograph 290  
 Photographische Aufnahme 48  
 Physikalische Geographie 314  
 „Physikalische Zeitschrift“ 175  
 Physikunterricht 104, 304  
 Piccard 221  
 Piccard-Ballon 218, 221  
 Pickert 168  
 Pilot 328  
 Pirath 102  
 Pitotrohr 132  
 Planck 355  
 Planskizze 52  
 Plastilin 241  
 Plahangst 226  
 Plücker'sche Röhre 181, 182  
 Plüschow 40, 43, 44  
 Pneumatische Kammer 219  
 Poeschel 45, 330  
 Pohl 115, 130, 131, 138, 139, 149  
 Polarogramm 143, 145, 252, 253, 254, 257, 261  
 Polargebiete 75, 301  
 Polen 316  
 Polygonzug der Flugstrecke 75  
 Politische Bildung 17  
 Politische Erziehung 17, 356  
 Politischer Mensch 306  
 Polizei 277  
 Pollog 43, 102  
 Vollständige Projektion 74  
 Polzin 247  
 Pomern 315  
 Porosität 166  
 Poske 104, 111, 125  
 Post 87  
 Post- und Frachstrecken 85  
 Potentialgefälle 327  
 Potentialströmung 138  
 Potentielle Energie 125, 131  
 Pottasche 200  
 Prandtl VIII, 127, 132, 133, 137, 138, 142, 144, 145, 146, 163, 265, 269  
 Prandtl-Weß 139, 147, 163  
 Prandtl'sche Grenzschicht 147  
 Prandtl'sche Grenzschichtlehre 138  
 Präzession 159  
 Preßsauerstoffschußgerät 195  
 Prinzip der Totalität 308  
 Pritschow 247  
 Profil 108, 249  
 Profilwiderstand 249, 263  
 Prognose 294  
 Projektive Transformation 93, 101  
 Provence 296  
 Prüfschuß für Unterrichts- und Anschauungsgeräte 245  
 Pulmotor 228  
 Pünktlichkeit des Luftverkehrs 328  
 Pye 192, 211  
 Pyrethrum 193  
 Quelle 215  
 Quasebart 194  
 Quassia 193  
 Quecksilberdampfmaschine 130  
 Querachse 123  
 Querprofil 53  
 Querruder 108, 124, 152, 154  
 Querruderklappen 148  
 Quertrieb 140  
 Quertriebskomponente 253  
 Rachenreizstoffe 207  
 Raffination 189  
 Raketenwagen 162  
 Randsieblungen 316  
 Randwirbel 146, 260, 261, 263, 265  
 Rassenkunde 356  
 Raubvögel 216, 333  
 Rauche 201  
 Rauchende Salzsäure 202  
 Raubigkeit der Oberfläche 126  
 Raumbelüfter 166  
 Raumbild 51  
 „Das Raumbild“ 99, 103  
 Raumglas 51, 53  
 Raumkurven 92  
 Räumliches Modell 53  
 Raumschen 225  
 Réaumur 319  
 Rechenstab 79, 83  
 Rechenunterricht 64  
 Rechnungsführer 288  
 Reflexregulierung durch Sinnesreize 222  
 Regen 317  
 Regionalausstrahlungen 303  
 Regionalmeldungen 303  
 Registrierdienst 290  
 Reibder 131, 156, 157, 163  
 Reibung 111, 133, 296  
 Reibungskraft 111, 129  
 Reich 188, 189, 211  
 Reichsamt für Landesaufnahme 76, 77, 78  
 Reichsamt für Wetterdienst 318, 323, 328, 330  
 Reichsarbeitsministerium 274  
 Reichsautobahnen 89, 336, 340, 355  
 Reichsbahn 309  
 Reichserziehungsminister 4, 7, 348  
 Reichserziehungsministerium 272, 273, 347, 356  
 „Reichsgefesblatt“ 312  
 Reichshauptstadt Berlin 316, 344  
 Reichsjugendführer 306, 341  
 Reichsjugendführung 342  
 Reichskommissariat für die Luftfahrt 1  
 Reichskriegerbund 308, 338  
 „Reichsluftfursbuch“ 103  
 Reichsluftschußbund (RLW.) 11, 12, 15, 27, 195, 211, 238, 275, 276, 277, 282, 307, 308, 309, 311, 338  
 Reichsluftsportführer 6, 7, 270, 338, 341  
 Reichsminister der Luftfabrik 2  
 „Reichsministerialamtsblatt“ 11  
 Reichsmodellbauschulen des DLW. 7  
 Reichsmodellwettbewerb 245  
 Reichspost 309  
 Reichsfender Berlin 243  
 Reichsportfeld 311  
 Reichsstelle für den Unterrichtsfilmbild 137  
 Reichsverkehrsministerium 1  
 Reichswetterdienst 289, 290, 328  
 Reichwein 188, 211  
 Reichweite 67, 110, 167, 178  
 Reichweitenvergrößerung 178  
 Reihenbildkammern 49  
 Reihenbildmeßkammer (Reiß) 50  
 Rein furth 180  
 Reinhard 188, 211  
 Reisegeschwindigkeit 20, 67, 83, 84, 110  
 Reisezeiten 83, 84  
 Reizschwelle 165  
 Relative Stromlinien 115

- Remy 181  
 Renard 113  
 Rennmotor 347  
 Rennwagen 114  
 Renwanz 166  
 Retortengraphit 175  
 Retscher 334  
 Rheinboldt 190  
 Rheinisch-westfälisches In-  
 dustriegebiet 316  
 Rhönmodell 345  
 Rhön-Rosfitten-Gesellschaft 1  
 v. Nichthofen 18, 33, 41  
 Ribbensahm=Traeger 187,  
 211  
 Riechprobe 198  
 Riedel 26  
 Riesensfäbte 316  
 Ringhaube 150  
 Rio de Janeiro 352  
 Mischbieth 182, 183, 185,  
 187, 195, 196, 211  
 Ritter 352  
 Ritterlichkeit 17  
 Ritter=Phaandler 15  
 „Rivista Aeronautica“ 103  
 Robinsoneziehung 306  
 Robinsonsches Schalenkreuz  
 128  
 Röder 102  
 Rohöl 188  
 Rohstofffrage 188  
 Rombach 46  
 Rosenberg 170, 180, 355,  
 356  
 Rosenberg=Hauptschulz 118,  
 130  
 Roßbreiten 301  
 Rosfitten 124  
 Rossmann 42  
 Notation 92  
 Notor 141  
 Motorschiff 130, 141  
 Rübelerbronce 187  
 Rückenflug 227  
 Rückseitenwetter 331  
 Rückströmung 116, 139  
 Ruder 122, 347  
 Ruderorgane 108  
 Rüdiger 351, 354  
 Ruff=Feßler 15  
 Rumpf 347  
 Rumpf 203, 204, 211  
 Rumpfmobelle 345  
 Rundflüge 285  
 Rundfunk 243  
 Rundlauf 112, 113, 119, 141  
 Rußland 354  
 Ruß 12, 270, 306, 307  
 Rüstungsausgaben 66  
 Säckchen des Innenohrs 223  
 Sachsen 316  
 „S. A. E. Journal“ 103  
 Sagrotan 282  
 Saint=Erupéry 233  
 Salkowski 94  
 Salmiak 202  
 Salpetersäure 197  
 Salzbildung 196, 199  
 Sammelschuhraum 277  
 Sanitätssoffiziere 288  
 Sanitätspersonal 288  
 Sanitätstrupp 276  
 Sartori 208, 211  
 Sättigungszustand 298  
 Sattler 291, 339  
 Sauerstoff 181, 194, 196, 205  
 Sauerstoffschußgerät 195, 220  
 Sauerstoffteildruck 218  
 Saugwirkung 122  
 Säuregehalt 191  
 Schädliche Dämpfe 197  
 Schädliche Fläche 114  
 Schädliche Gase 197  
 Schädlicher Widerstand 119  
 Schädlingsbekämpfung 197  
 Schäfchenwolken 300, 332  
 Schaefer 183, 211  
 Schäfer 348  
 Schäffer 39, 40  
 Schalenkreuz 128  
 Schale 247  
 Schallgeschwindigkeit 116  
 Schallmessung 91  
 Scharf 185, 189  
 Schaum 205  
 Schaumlöcher 205  
 Scheer 13, 314, 315, 317  
 Scheffers 102  
 Scheibe 35  
 Scheid 180, 183  
 Scheinwerfer 167, 168  
 Scheinwerferleistungen 168  
 Scherrer 175  
 Scherschewsky 164  
 Schichtwolken 300  
 Schienenzeppelein 114  
 Schießbaumwolle 210  
 Schiffsmodell 113  
 v. Schirach 12  
 Schlageter 33  
 Schlegel 206, 211  
 Schleichende Strömung 138  
 Schleierwolken 300  
 Schleppapparat 115  
 Schleppversuch 113, 115  
 Schlesien 315  
 Schleuderdienst 88  
 Schlißbilder 187  
 Schlißflügel 147, 268, 347  
 Schlißverschluß 49  
 Schloßmann 237  
 Schloffer 290, 339  
 Schmelzdiagramm 185  
 Schmelzflußelektrolyse 184  
 Schmidt 191, 211  
 Schmidt=Krebs 348  
 Schmied 290  
 Schmiermittel 190  
 Schmiß=Vollmann 188  
 Schnappdeckel 174, 203  
 Schneefall 317  
 Schneekoppe 328  
 Schneidez=Tröpfche 347  
 Schneider von Ulm 213  
 Schneiderwerkstatt 290  
 Schnell XIV, 213  
 Schnellflug 347  
 Schnellflugzeug 20, 81, 109,  
 126, 184  
 Schnellmotorboot 118  
 Schofalkibucht 57  
 Scholz 314  
 Scholz 27  
 v. Scholz 42  
 Schosberger 15, 173  
 Schottland 354  
 Schräganficht 93  
 Schrägaufnahme 50, 52  
 Schräge Parallelprojektion  
 93  
 Schräglage 156  
 Schränkungswinkel 268  
 Schraubenlinie 92  
 „Schriften zur politischen Bil-  
 dung“ 305  
 Schriftliche Arbeiten 235  
 Schröder 27, 37  
 Schröder 313, 355  
 Schufstan 182, 198  
 v. Schumacher 314  
 Schuhmacherwerkstatt 290  
 Schulflugzeug 120, 349  
 Schulgruppenführer 345

- Schulleiter 307  
 Schulluftschulsleiter 278, 279  
 Schulträger 307  
 Schulz 18, 26  
 Schulz-Wley 21, 23, 34  
 Schürzensystem 166  
 Schütt 105, 106, 113, 118,  
 119, 121, 129, 138, 139, 163,  
 211, 232, 244, 245, 246, 269  
 Schütte-Lanz-Luftschiff 29  
 Schußantrieb 347  
 Schußraum 277, 278  
 Schußraumbau 173  
 Schußraumfragen 309  
 Schußstaffeln (S.S.) 341  
 Schuzius 115  
 „Schwaben“ 352  
 „Schwabenland“ 20  
 Schwalbe 214  
 Schwarm 242  
 Schwarte 211  
 v. Schwarz 203, 211  
 Schwarzes Meer 296  
 Schwarzpulver 203, 204, 210  
 Schwarz van Werk 31  
 Schwebeflug 215  
 Schwebefrucht 214  
 Schwebstoffe 165, 174  
 Schwebstofffilter 174, 203  
 Schwefeldioxyd 199  
 Schwefelsäure 203  
 Schwefeltrioxyd 202, 203  
 Schwefelwasserstoff 197, 198,  
 208  
 Schweißer 291  
 „Schweizer Aero-Revue“ 103  
 Schwelhdölzer 209  
 Schwelpapiere 209  
 Schweltpföchen 209  
 Schweröl 191, 192  
 Schwerpunkt 107, 144  
 Schwideffsky 102  
 Schwindel 226  
 Schwingenflieger 214, 216  
 Schwingenflug 217  
 Schwingenflugzeug 347  
 Scriba 192  
 Seeflugreferat der Deutschen  
 Seewarte 78  
 Seeflugzeug 348  
 Seegert 45  
 Seegrenzen 315  
 Seehandelsstädte 316  
 Seekrankheit 226  
 Seenplatten 316  
 Seewind 296  
 Segelfliegen 333  
 Segelflieger 254, 339, 341  
 Segelfliegerei 238  
 Segelfliegerlager 331  
 Segelfliegerprüfung 271  
 Segelflug 1, 20, 25, 124, 155,  
 216, 253, 334  
 Segelflugbewegung 337  
 Segelflug-Klubschulen des  
 Reichsluftsportführers 6, 7  
 Segelflugsport V, 5  
 Segelflugübungsstätten 285  
 Segelflugwettbewerb 339  
 Segelflugzeug 120, 156, 346,  
 347  
 Segelhang 331  
 Segeln in der langen Welle  
 335  
 Sehnen 224, 225  
 Seidl 281  
 Seiler 339  
 Seilstart 227  
 Seitenflossen 108  
 Seitenruder 152  
 Seitenverhältnis 256  
 Selbstentzündungstempere-  
 tur 189  
 Selbstschutz 308  
 Sellien VII, XIV, 9, 165,  
 275  
 Senfgas 229  
 Senkrechtaufnahme 50, 51, 52  
 Senkrechte Parallelsprojektion  
 93  
 Sibirien 354  
 Sicherheit des Luftverkehrs 328  
 Siedlungskunde 58  
 Siedlungstypen 59  
 Silbernitrat 198  
 Silumin 184, 186  
 Einkgeschwindigkeit 134, 137,  
 157, 334  
 „Sirene“ 26, 212  
 Skalar 67  
 Skandinavien 326  
 Skapa Flow der deutschen  
 Hochseeflotte zur Luft 31  
 Smolecky 198, 282  
 Société anonyme belge d'ex-  
 ploitation de la navigation  
 aérienne (Sabena) 350  
 Sog 117, 122  
 Sogabfall 249  
 Solaröl 193  
 Sollbruchstellen 227  
 Sommerfeld 41  
 Sonderausstellungen 284  
 Sonderflugzeug 347, 348  
 Sonneneinstrahlung 297, 331  
 Sonnenstrahlung 294, 326,  
 327  
 Sorge 43  
 Sowjetrußland 22  
 Spannweite 110  
 Sphärische Geometrie 71  
 Sphärische Trigonometrie 71  
 Spindelöl 190  
 Spitzbergen 326, 354  
 Spiegel 46  
 Spielschule 276  
 Speißer 291  
 Splitterbombe 172  
 Sport 328  
 Sportmotorflug I  
 Sprachform 233  
 Sprachlehre 235  
 Sprechübungen 234  
 Sprengstoffgesetz 210  
 Sprengtrichter 173  
 Staatliche Hauptstelle für den  
 naturwissenschaftlichen Un-  
 terricht 7, 104, 113, 115, 163,  
 344  
 Staatsjugend 12, 306  
 Stabiles Gleichgewicht 123  
 Stabilisierungsflächen 123,  
 153  
 Stabrumpf 243  
 Städtische Schulverwaltung  
 344  
 Stahl 173, 188  
 Stahlberg 102  
 Stahlverbindungen 347  
 Stamer 37, 238, 348  
 Stamer-Lippisch 163, 246,  
 334  
 Stampe 167, 202  
 Stampe-Schröder 198  
 Standmotor 150  
 Stark 44  
 Startbahn 161  
 Startmöglichkeiten 124  
 Startschlitten 160  
 Start- und Landgebühren 82,  
 83  
 Stationskreis 317  
 Statischer Auftrieb 109, 110  
 Statischer Druck 91, 133,  
 250

- „Statistisches Jahrbuch des Deutschen Reiches“ 188, 211  
 Stau 326  
 Staubfilter 174  
 Staudruck 117, 128, 132, 133, 134, 135, 136, 142, 251, 253  
 Staudruckgerät 128, 132  
 Staupunkt 249, 251  
 Staurohr 133  
 Stauung 117  
 Stefansson 354  
 Stehreflexe 222  
 Steigflug 123, 142, 154  
 Steiggeschwindigkeit 157  
 Steighöhe 9  
 Steigreserve 155  
 Steilaufnahme 52  
 Steinkohlenteer 192  
 Stinkkohlenerdestillate 191  
 Stellreflexe 222  
 Stelzner 194  
 Stereoaufnahme 99  
 Stereographische Projektion 73, 74  
 Stereoplanigraph 51  
 Stereoskop 225  
 Stereoskopische Aufnahme 51, 57  
 Stereoskopische Betrachtung 51, 53  
 Stereoskopisches Sehen 225  
 Sternmotor 150  
 Stettin 328  
 Steuerbarkeit 347  
 Steuerfenn 224  
 Steuerung 347  
 Stichflamengefahr 280  
 Stickstoff 182, 196, 197  
 Stickstoffdioxid 197  
 Stillbildung 27  
 Stirnfläche 134  
 Stockpunkt 191  
 Stock=Stähler 187, 195  
 Stolkenberg 198, 202, 211  
 Stoppdreieck 68  
 Storch 217  
 Storchschnabelgewächse 215  
 Strahlenfähe 100  
 Strahlung 326  
 Strahlungsnebel 298  
 Strahlungswerte 326  
 Strategischer Luftkrieg 11  
 Stratokumuluswolken 300  
 Stratosphäre 294, 332  
 Stratosphärenflug 20  
 Stratuswolken 300  
 Streifenkreis 172  
 Streuung 172  
 Stromfaden 296  
 Stromlinien 114, 121, 122, 130, 249, 250, 251  
 Stromlinienform 114, 214  
 Stromlinienkörper 117, 136, 140  
 Stromlinienlokomotive 114  
 Stromlinientafel 114  
 Stromröhren 130  
 Strömungsbilder 115  
 Strömungsgeschwindigkeit 128, 129  
 Strömungskanal 137  
 Strömungslehre 111, 128  
 Strömungssystem 296  
 Strömungsvektor 261  
 Strömungsvorgang 130  
 Studienflüge 47, 48  
 Sturmabteilung (S.A.) 341  
 Sturzbomben 172, 348  
 Sturzflug 155, 172, 227  
 Subtropische Luftmassen 324  
 Subventionen 83, 84  
 Südafrika 351  
 Südamerika 351  
 Südamerikanischer Küstendienst 89  
 Südatlantikdienst 88  
 Süddeutschland 319  
 „Süddeutsche Monatshefte“ 351  
 Supf 25, 26, 27, 34, 37, 42, 44, 340  
 Synoptische Abteilung 329  
 Synoptische Meteorologie 326  
 Tabakrauch 203  
 Tagbomben 348  
 Tagfalter 214  
 Taimirhalbinsel 57  
 Taimirsee 57  
 Tarife im Luftverkehr 83  
 Tarnnebel 202  
 Tarnung 167  
 Taube 109, 213  
 Taupunkt 298  
 Techniker 328  
 Technische Atmosphäre 319  
 Technische Beamte 289  
 Technische Hochschule 348  
 Technischer Assistent 290  
 Technischer Lehrer 291  
 Technischer Sekretär 290  
 Technischer Wortschatz 236  
 Technisches Maßsystem 132, 134  
 Teclu 192  
 Teckmann 15, 211, 309, 314, 316  
 Teilbarkeit der Stoffe 165  
 Temperatur 294, 297, 317, 319, 324, 328, 331  
 Temperaturabnahme 294  
 Temperaturgleichheit 294, 295  
 Temperaturzunahme 295  
 Terrestrische Aufnahme 98  
 Terrestrische Ortsbestimmung 79  
 Teschner 277  
 Tetrachlorkohlenstoff 201  
 Tetralöcher 205  
 Thauß 348  
 Themme 166  
 Thermit 124, 335  
 Thermitblase 333, 335, 336, 337  
 Thermitflug 20  
 Thermiteschlauch 333  
 Thermitsegeln 332, 337  
 Thermische Druckgebilde 295  
 Thermischer Aufwind 297  
 Thermit 204  
 Thermit-Elektron-Brandbombe 275  
 Thermit-Elektron-Brandsatz 280  
 Thermometer 331  
 Thermosflasche 157  
 Thiede=Schmal 35  
 Thomee 348  
 Thomsen 352  
 Thüringische Staatsschule für Führtum und Politik 344  
 Tiefdecker 265  
 Tiefdruck 300  
 Tiefdruckgebiet 295, 317  
 Tiefensensibilität 224  
 Tiefe Wolken 300  
 Tiefstwert 90  
 Tieftemperaturteer 192  
 Timberlake 11  
 Tischler 291, 339  
 Titationsverfahren 196  
 Toluol 191  
 Ton 241  
 Töplersche Schlierenmethode 116

- Topographie 53  
 Topographische Übersichtskarte des Deutschen Reiches 78  
 Torpedobombe 170  
 Torsten 348  
 Totale Mobilmachung 10, 16, 21  
 Totaler Luftkrieg 309  
 Totraum 197  
 Tourenzahl 151  
 „Traffic World“ 103  
 Tragende Fläche 110  
 Tragfähigkeit 119  
 Tragflügel 108, 117  
 Tragflügeltheorie 256  
 Tragschrauber 347  
 Transarktischer Luftverkehr 352  
 Translation 92  
 Transpolare Luftwege 354  
 Transsaharalinie 351  
 Trappmann 211  
 Trebbin/Mark 346  
 Treffgenauigkeit 172  
 Treiböl 188  
 Trichopteryx 215  
 Triebwerk 149, 347  
 Trioform 282  
 Trockenfilter 199  
 Trocknenlöcher 205  
 Tropfenform 114  
 Tropikluft 301  
 Troposphäre 294, 295  
 Troll, C. 313  
 Troll, P. VIII, XIV, 293, 319  
 Truppenanwärter 289  
 Tschierste 301  
 Turbulenz 296  
 Typenschau deutscher Flugzeuge 23  
  
 Überdeckung 54  
 Überdruck 121, 122, 251  
 Übergangsbestimmungen zur Vereinheitlichung des höheren Schulwesens 125  
 Überlandflüge 293, 337  
 Übersättigung 298  
 Überschallgeschwindigkeit 116  
 Übersichtskarte des Deutschen Reiches 77  
 Übersichtskarte von Mitteleuropa 76  
  
 Überziehen der Steuerung 121, 148  
 Udet 41  
 Uhrmacher 290  
 Ulderup 102  
 Ullmann 211  
 Ultraviolett 327  
 Umlaufmotor 150  
 Umlenkrollen 160  
 Umlenkung der Strömung 262  
 Umrundungsfeuer 182  
 Umschulung zum Motorpilotten 339  
 Unfälle 85  
 Universität 306  
 Unterdruck 121, 122, 133, 249, 251  
 Unterer Dienst 290  
 Unteroffizierlaufbahn 288  
 „Unterrichtsblätter für Mathematik und Naturwissenschaften“ 212  
 Unvorhergesehene Landungen 86  
 Urotropin 200  
 Ursinus 18, 246  
 Usadel 355  
  
 Vancouver 352  
 Variometer 157, 158, 160  
 Vauthier 9, 35  
 „W. D. Z.-Zeitschrift“ 103  
 Vektor 67  
 Vektorbegriff 67  
 Venturi 131  
 Venturirohr 122, 131  
 Verbrennung 189  
 Verbrennungsgase 196  
 Verbrennungsmotor 149  
 Verdunkelungsübungen 282  
 Verein Deutscher Ingenieure (VDI.) 45, 211, 346  
 Vereinigte Staaten von Amerika 22, 354  
 Vergaserfragen 348  
 Vergütetes Holz 347  
 Verhalten der Kampfstoffe 174  
 Verkehrsfauleute 291  
 Verkehrsflug 293  
 Verkehrsflugzeuge 110  
 Verkehrsnetz 65  
 „Verkehrstechnische Woche“ 103  
 Verkehrswissenschaftliches Institut für Luftfahrt an der
- Technischen Hochschule Stuttgart 102  
 Verkleidung 114  
 Verlagerung 301  
 Verhandlungsercheinungen 56  
 Verluste 29  
 Versailles 1, 3, 10, 18, 20, 21, 22, 30, 33, 85, 238, 315  
 Versicherung 271  
 Versorgungsanwärter 289, 290  
 Verspannung 266  
 Vertikale Durchmischung 294  
 Vertikale Entwicklung des Luftschiffes 309  
 Vertikaler Temperaturverlauf 294  
 Vertikalschen 225  
 Verwalter 288  
 Verwaltung 289  
 Verwindung 123  
 Verzögerungszünder 172  
 V-Form 265  
 Vierjahresplan 188, 306  
 Vierpunktverfahren 94  
 Viskosität 191  
 Vitalkapazität 219  
 V-Motor 150  
 Vogelflug 141  
 Vogelfang 348  
 Vogelschau 93  
 Vogt 113, 193, 211  
 Völkerbund 22  
 „Volk im Werden“ 355, 356  
 „Völkischer Beobachter“ (Vö.) 309, 311, 317, 324, 328, 351  
 Volksflugtage 284  
 Volksgemeinschaft 306  
 Volkskunde 61  
 Volksschule 330, 346, 356, 357  
 Volkssportliche Ertüchtigung 343  
 Volkstum 243  
 Volumenänderung 129  
 Vömel 39  
 Vorderseitenwetter 331, 332  
 Vorkastwinkel 172  
 Vorverdichter 155  
 Vorverdichtung 149, 180  
 Vorwärtsgeschwindigkeit 334  
 Vorwort V, VIII  
  
 Waagerechtflyg 123, 142  
 van der Waals 201  
 Wächter 247  
 Wächtler 356



- Bachmann 176, 177, 178, 283  
 Waffenmeisterdienst 289  
 Waffenoffiziere 288  
 Waffenpersonal 288  
 Bahndorfer Observatorium 326  
 Waldbedeckung 316  
 Wandersegelflugzeug 309  
 Wandertag 284  
 Wärmearaufwind 335  
 Wärmeenergie 327  
 Wärmegewitter 332  
 Wärmehlehre 149  
 Warmfront 302, 303  
 Warmluft 324  
 Warnemünde 104  
 Waschöl 191  
 Wasser 183  
 Wasserdampf 182, 297  
 Wassergrenzen 314  
 Wasserkraftanlagen 316  
 Wasserkühlung 150  
 Wasserkuppe 1, 6, 124, 238  
 Wasseranometer 121, 122  
 Wasserstoff 181, 182  
 Wasserstrahlpumpe 122, 130  
 Wasserströmung 115  
 Wasserwiderstand 113  
 Weder 36  
 Wehrfreiheit 240, 246  
 Wehrhoheit 11, 22, 308  
 Wehrmacht 330  
 „Die Wehrmacht“ 103  
 Wehrmachtsfachschule 289  
 Wehrpflicht 22  
 Weißkreuz 207  
 Weißmetall 187  
 Wellenreiten 118  
 Weltanschauliche Grundlegung 357  
 „Weltanschauung und Schule“ 356  
 Weltfahrt 48  
 Weltkarte 76  
 Weltkrieg 350  
 Weltluftströmung 30  
 Weltluftverkehr 19, 21, 351  
 Weltrekord 65  
 Wendepunkt 90  
 Wendezüger 158, 160  
 Werkführer 290  
 Werklehrerseminar 345  
 Werkluftschutz 309, 312  
 Werkmeister 290  
 Werkstatt 239  
 Werkstoffprüfung 185  
 Werkunterricht 5, 238, 239, 240  
 Werkzeugschlosser 290  
 Werner 41, 44  
 „Westermanns Monatshefte“ 31  
 „Western Flying“ 103  
 Westfalen 342  
 „Westfalen“ 20  
 Westphal 201  
 Wettbewerbe 245  
 Wetter 294, 300  
 Wetterbeobachtungsnetz 329  
 Wetterberatung 293, 328  
 Wetterdienst 285, 289, 293, 294, 303, 323  
 Wetterdienststellen 304  
 Wetterelemente 303  
 Wetterentwicklung 304  
 Wetterflieger 328  
 Wetterkarte 293, 303, 324, 333  
 Wetterkunde 293, 318  
 Wetterkundlicher Unterricht 330  
 Wettermeldungen 303  
 Wetterperioden 329  
 Wetterstationen 284  
 Wettervorhersage 293, 294, 304, 329, 330  
 Wetterzettel 293  
 Widerstand 112, 118, 119, 142  
 Widerstandsbeiwert 135, 136  
 Widerstandsgesetz 91, 170  
 Widerstandskurve 257  
 Widerstandsmessung 113  
 Widerstandsmoment 151  
 Widerstandszahl 135, 143  
 Wiedenfeld 188  
 Wieland der Schmied 33  
 Wienrich 46  
 Wiers 355  
 Wildermuth 112, 116, 135  
 Wille 311  
 Wind 294, 295  
 Winddreieck 67  
 Windenstart 340  
 Windgeschwindigkeit 67, 296, 327  
 Windkanal 104, 113, 114, 126, 127, 133, 134, 135, 142, 145, 252, 269  
 Windrichtung 317  
 Windrichtungsanzeiger 182  
 Windstärke 296, 317  
 Windstille 68  
 Windthermik 336  
 Winkel=Lander 202, 203, 212  
 Winkelstreu 73, 74  
 Winkler 26, 246  
 Winterhilfswerk (WHW) 338  
 Winter=Schulze 34  
 Wirbel 116, 139, 296  
 Wirbelbildung 114, 137  
 Wirbelstraße 116  
 Wirksamer Anstellwinkel 261  
 Wirkungsgrad der Luftschraube 151  
 Wirth 182, 212  
 Wirth=Muntsch 15, 173, 182, 197, 212, 282  
 Wirtschaft 306  
 Wirtschaftlichkeit 80  
 Wirtschaftsformen 57  
 Wirtschaftsgeographie 57  
 Wirtschaftsleben 304  
 Wirtschaftsmathematik 80  
 Wirtschaftswetterdienst 323, 330  
 Wissenschaft 330  
 Wissenschaftliche Forschung 291  
 Wissenschaftlicher Lehrer 291  
 Witterungsverhältnisse 316  
 Witterungsvorhersage 324  
 Wizinger 212  
 Wolken 298, 300  
 Wolkenbildung 295, 298, 330  
 Wolkenbildungen 57, 300, 332  
 Wolfenturm 336  
 Wollin 281  
 Wollin=Seidl 281  
 Wörner 348  
 Wortschatz 236  
 Wörz 25  
 Woulfische Flasche 192  
 Wright 26, 109, 123, 159  
 Wronsky 102, 351  
 Wurfparabel 169  
 Wurfweite 171  
 Würtembergische Landesanstalt für den Physikunterricht 135  
 Xylol 191  
 Xylolbromid 208

- Ypern 198  
 Zeichenunterricht 238  
 Zeichnen von Gradnetzen 72  
 Zeichner 291  
 Zeichnerische Verfahren 72  
 Zeitkreis 69  
 Zeitler 204  
 „Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht“ 185, 189, 204, 212  
 „Zeitschrift für Deutschkunde“ 27  
 „Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt“ 103, 164  
 „Zeitschrift für Flugwesen“ 103  
 „Zeitspiegel“ 352  
 Zeitungsberichte 234  
 Zeitungswetterkarte 317, 319, 323  
 Zelter 46  
 Zenned 355  
 Zentrale für wissenschaftliches Berichtswesen bei der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt 164, 349  
 Zentrale Projektion 74  
 Zentralinstitut für Erziehung und Unterricht 12, 282, 355, 356  
 Zentralnervensystem 222  
 Zentralverschluß 49  
 Zentrifugalkraft 156, 223, 264  
 Zentripetalkraft 124  
 „Zephyr“ 352  
 v. Zeppelin 19, 27  
 Zeppelin-Eckener-Spende 31  
 Zeppelinluftschiff 20, 29, 235, 241  
 Zerstäuber 122  
 Zielgeräte 172  
 Zimmermann 26, 36  
 Zinn 187  
 Zinncder 36, 163  
 Zirkulation 141  
 Zirkulumuluswolken 300, 332  
 Zirrostratuswolken 300, 332  
 Zirruswolken 300, 332  
 Zirwas 34, 46  
 Zivile Luftfahrt 238, 291  
 Ziviler Luftschuh 307, 309  
 Ziviler Luftverkehr 293  
 „Zögling“ 271  
 „Z. R. III“ 31  
 Zugkraft 111, 152  
 Zugkraftleistung 91  
 Zukunftskrieg 10  
 Zung 181  
 Zusammendrückbarkeit 128  
 Zweikomponentenwaage 104, 143  
 Zweifiger 349  
 Zweitafelprojektion 93  
 Zwischenkühler 150  
 Zwischenständige Projektion 74  
 Zwölfjährige Schulzeit 307  
 Zyanwasserstoff 197  
 Zyklogen 300, 302, 303  
 Zyklogenzentrum 302  
 Zylinderkonstruktion 73  
 Zylinderöl 190



224

931

BG Politechniki Śląskiej

nr inw.: 102 - 139281



**Dyr.1 139281**